



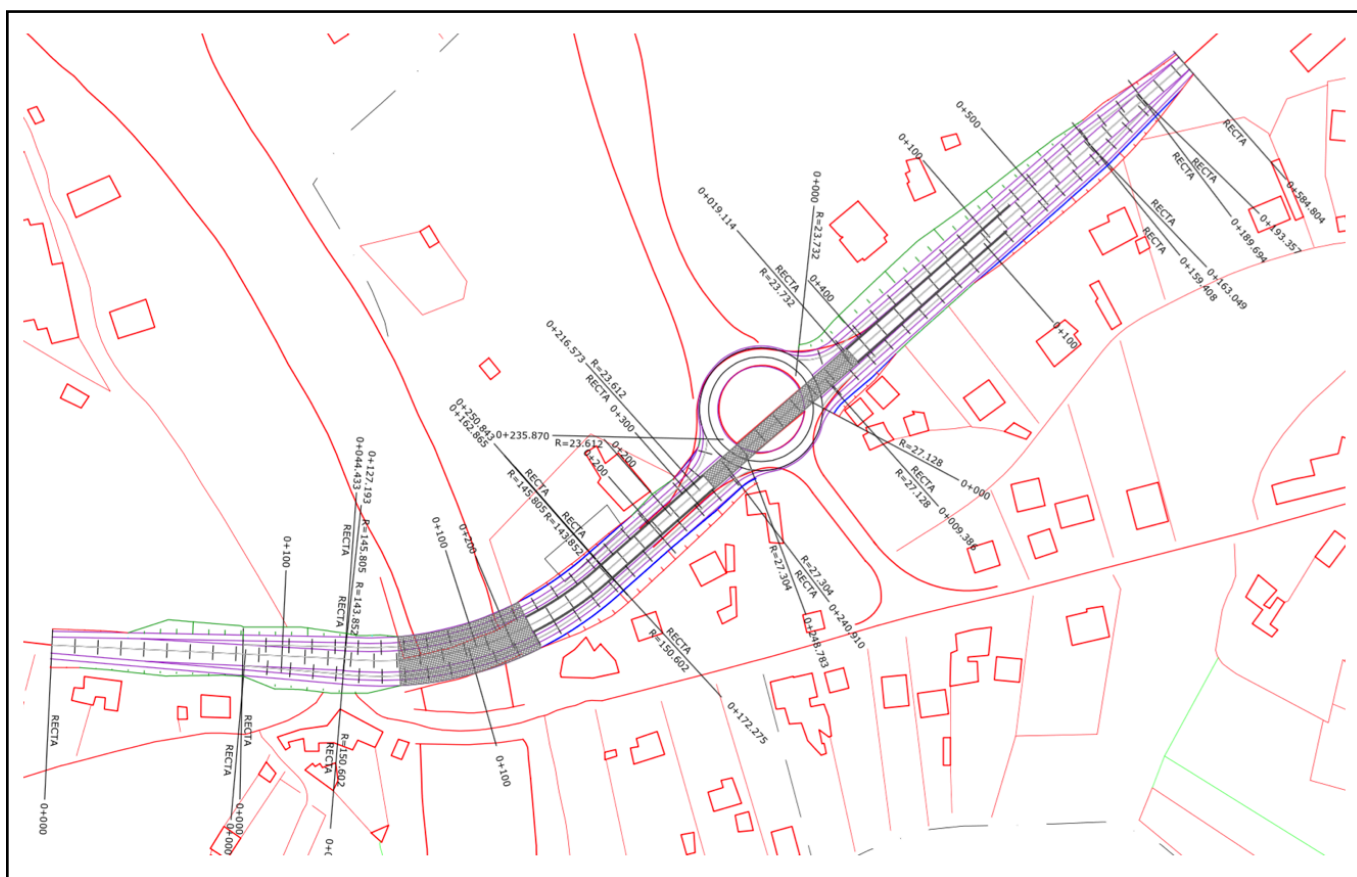
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

MEJORA DE LA CONEXIÓN ENTRE LA N-550 Y LA A-6 EN A ROCHA, CAMBRE

“Improvement of the connection between N-550 and A-6 in A Rocha, Cambre”



Tipo:

ANTEPROYECTO FIN DE GRADO

Titulación:

Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Autor:

ANTONIO MANUEL SÁNCHEZ BAO

Tutor:

DAVID LÓPEZ RÚA

Fecha:

OCTUBRE 2015

Presupuesto base de licitación (con I.V.A.):

5.170.208,43 €



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DOCUMENTO I: MEMORIA

A.- MEMORIA DESCRIPTIVA

B.- MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº 1: SITUACIÓN ACTUAL

Anejo nº 2: PLANEAMIENTO

Anejo nº 3: TRÁFICO

Anejo nº 4: ESTUDIO AMBIENTAL

Anejo nº 5: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Anejo nº 6: TRAZADO

Anejo nº 7: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Anejo nº 8: ANEJO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Anejo nº 9: ESTUDO SÍSMICO

Anejo nº 10: FIRMES

Anejo nº 11 ESTRUCTURAS

Anejo nº 12: SERVICIOS AFECTADOS

DOCUMENTO II: PLANOS

1.- SITUACIÓN

2.- SITUACIÓN ACTUAL

3.- PLANTA GENERAL

4.- PERFILES LONGITUDINALES

5.- PERFILES TRANSVERSALES

6.- SECCIONES TIPO

7.- SECCIÓN DE FIRME

DOCUMENTO III: PRESUPUESTO

1.- MEDICIONES AUXILIARES

2.- MEDICIONES

3.- CUADRO DE PRECIOS Nº 1

4.- CUADRO DE PRECIOS Nº 2

5.- PRESUPUESTO

6.- RESUMEN DE PRESUPUESTO



DOCUMENTO I

MEMORIA



A. MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- LOCALIZACIÓN

3.- SITUACIÓN ACTUAL

4.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO

5.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.- PLANEAMIENTO

7.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

8.- TRÁFICO

9.- ESTUDIO AMBIENTAL

10.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

10.1.- EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

10.2.- ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

11.- TRAZADO

12.- DRENAJE

13.- GEOLOGÍA

14.- GEOTECNIA

15.- SISMICIDAD

16.- FIRMES

16.1.- SECCIÓN TIPO

17.- ESTRUCTURAS

18.- SERVICIOS AFECTADOS

19.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anteproyecto de “Mejora de la conexión entre la N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre” es cumplir con los requisitos académicos y administrativos necesarios para la obtención de la titulación de Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil por la Universidade da Coruña.

Dado el carácter académico de este anteproyecto se han realizado simplificaciones u omisiones en ciertas partes del mismo que, tratándose de un anteproyecto real, no serían admisibles. En concreto, algunos de los datos, especialmente los referidos a geología, geotecnia y topografía, han sido simulados aunque pretenden ser coherentes con la información recabada de proyectos reales en la zona y con lo observado en campo.

El anteproyecto se compone de los siguientes documentos: *Memoria*, *Planos* y *Presupuesto*. Estos tres documentos se redactan con objeto de definir la solución técnica de la obra, fijando y justificando los procedimientos o tipologías más adecuados para la misma, cotas exactas de la ubicación general de la obra y un precio relativamente exacto.

2.- LOCALIZACIÓN

La zona de estudio se encuentra entre las localidades de Pontido y A Rocha, pertenecientes al Ayuntamiento de Cambre, y concretamente a la parroquia de Anceis. En este punto confluyen la N-550, la A-6 y la DP-1702.

Se trata de un nudo de gran importancia para los vecinos de Cambre, ya que, como se detalla en el Anejo nº1: Situación Actual, la movilidad por trabajo es elevada y fundamental para los residentes en la zona, que a diario se desplazan a sus lugares de trabajo en A Coruña, Culleredo u Oleiros principalmente.



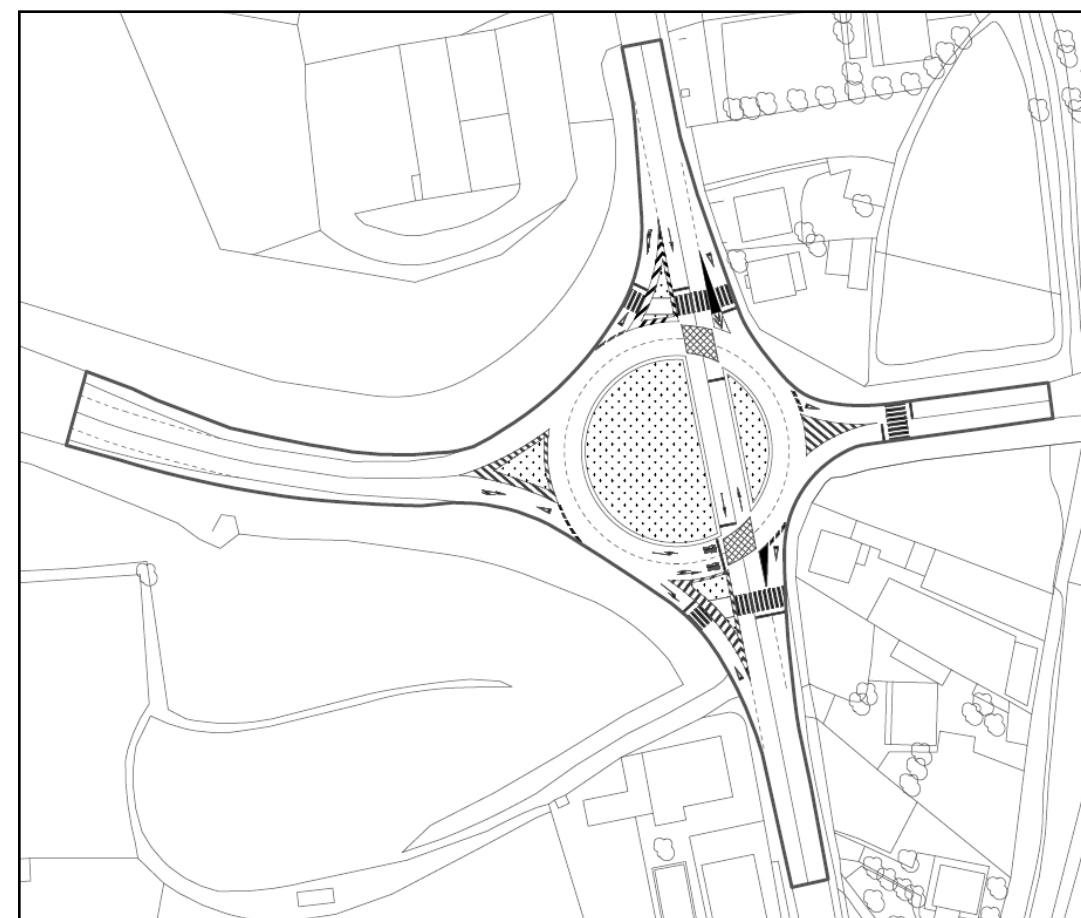
3.- SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad la intersección se resuelve mediante una glorieta partida de 24 metros de radio con semáforos. Debido a la gran intensidad de vehículos que existe, sobre todo en las horas punta, se generan retenciones considerables, tanto por el funcionamiento deficiente de los semáforos como por las escasas dimensiones de la glorieta, que no tiene la capacidad deseable para los vehículos que tienen que esperar cuando el semáforo está cerrado (principalmente en los giros de vehículos que se incorporan a la A-6 desde el Sur procedentes de la N-550).

Además, cabe destacar el elevado índice de accidentes que se producen, sobre todo en la entrada Sur, donde los coches a menudo vienen sobrepasando la velocidad límite y se encuentran con el semáforo en rojo tras el paso elevado sobre la autovía, y con una pendiente elevada (en torno al 8%).

La velocidad límite de la carretera en la zona de estudio es de 50 km/h, debido a la presencia de viviendas y a la presencia de la glorieta. Además, antes del paso superior sobre la A-6 se limita la velocidad a 50 km/h y una vez pasada la glorieta en dirección La Coruña por la N-550, la velocidad límite se mantiene en ese valor durante un tramo mucho más largo que el que se pretende mejorar en este anteproyecto, por lo que se proyectará el nuevo enlace para una velocidad de proyecto de 50 km/h.

En la imagen siguiente se muestra la planta de la glorieta actual.





4.- OBJETO DEL ANTEPROYECTO

Los principales objetivos a cumplir en este proyecto son los relacionados con la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles, así como el aumento de la calidad de vida de los vecinos residentes en la zona.

Los objetivos a cumplir en materia de tráfico son:

- Eliminar las congestiones que se producen en la intersección.
- Agilizar los movimientos de los vehículos, reduciendo tiempos de espera en el cruce.
- Mejora de la seguridad vial.

Los objetivos a cumplir en materia paisajística y ambiental son:

- Maximizar la integración de la obra en el entorno.
- Reducir los niveles de contaminación acústica de la zona.

Otros objetivos a tener en cuenta:

- Mantener (y mejorar) la capacidad de circulación peatonal existente en la zona.
- Aumentar la calidad de vida de los residentes en las cercanías.

5.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Manteniendo el actual trazado de la N-550, se eleva el tronco de dicha vía sobre la glorieta de forma que el tráfico Coruña - Santiago de Compostela no quede interrumpido, aliviando gran parte del tráfico en la intersección.

Se plantea una velocidad de 50 km/h en el eje principal, reduciéndola a 40 km/h en los ramales de acceso y salida a la glorieta.

La escasa distancia existente entre el paso elevado sobre la A-6 y la glorieta hace imposible que se puedan aprovechar ambas estructuras, pues esta distancia es insuficiente para las cuñas y carriles de aceleración y deceleración necesarios para los ramales, y el puente presenta una sección con solo 2 carriles. Por lo tanto, decidiendo mantener la glorieta actual, se hace imprescindible la ampliación del paso elevado para disponer de una sección de 4 carriles que permita el cumplimiento de las distancias mínimas antes mencionadas.

6.- PLANEAMIENTO

Actualmente el PGOM del Ayuntamiento de Cambre continúa en desarrollo, por lo que el planeamiento vigente nos remite a las Normas Subsidiarias de Planeamiento del año 1994.

Actualmente, los terrenos de la zona de estudio se dividen en Suelo no urbanizable común y suelo de núcleo urbano rural. Concretamente, es la N-550 la que los separa, quedando los primeros situados en el margen Este de la N-550 y los segundos en el margen Oeste.

De este modo, únicamente se verían afectados suelos urbanos en la ampliación de los ramales de acceso y salida a la glorieta.

7.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Con el fin de elaborar el presente Trabajo Fin de Grado se ha utilizado principalmente la cartografía digital a escala 1/5000 elaborada por la Xunta de Galicia, junto con la cartografía proporcionada por el Ayuntamiento de Cambre.

8.- TRÁFICO

Para comprender la importancia de la intersección estudiada, así como el posterior diseño del nuevo enlace, se ha realizado un estudio de tráfico que se recoge en el Anejo nº 3 del presente anteproyecto.

Los datos de IMD de la N-550 se han podido obtener de los aforos reales que el Ministerio de Fomento pone a disposición por medio de sus Mapas de Tráfico. Estos datos, comparados con los obtenidos en varios aforos manuales, han permitido estimar por comparación de los resultados la IMD tanto del enlace con la A-6 como de la DP-1702, que son los resumidos en la tabla que sigue:

PUNTO DE AFORO	IMD	IMD PESADOS	% P
N-550 (La Coruña - A Rocha)	15.386	383	2,49
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	14.264	1.272	8,92
Enlace A-6	10.282	956	9,30
DP-1702	6.989	482	6,90



9.- ESTUDIO AMBIENTAL

La identificación y el análisis de las distintas actividades incluidas en este proyecto así como las características de la zona en donde se va a llevar a cabo, permiten detectar las posibles incidencias del presente proyecto sobre el medio ambiente, y proponer soluciones de diseño o actuaciones concretas en el momento de ejecución de las obras, que eviten los problemas planteados para cada caso. Esta identificación y análisis se incluye en el Anejo nº 4: Estudio Ambiental.

10.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Se presentarán tres alternativas con la finalidad de resolver la problemática existente y conseguir los objetivos propuestos.

Las tres alternativas se fundamentan en dar continuidad al eje de la N-550, ya que en una vía de largo recorrido, como es el caso, y con la IMD expuesta anteriormente, el semáforo genera una problemática importante en lo relativo al tráfico (congestiones) y a la seguridad vial.

Para ello, se diseñan tres enlaces diferentes:

La **Alternativa 1** consiste en un enlace tipo diamante con pesas. Para su ejecución se hace necesario desviar el trazado de la N-550 hacia el Oeste para evitar las edificaciones existentes a lo largo del trazado actual. La glorieta actual, de 24 metros de radio, se aprovecharía como una de las pesas que componen el enlace, y se diseña otra de igual radio al Oeste del nuevo trazado, que tiene una longitud de 878 metros. Ambas glorietas tendrán 2 carriles de 4 metros de ancho.

El nuevo trazado requiere la construcción de un nuevo paso sobre la A-6, de 75 metros de longitud, y otro paso elevado sobre el eje que conecta las dos glorietas que tendría 40 metros de longitud.

Una vez finalizado el tramo en viaducto se produce la unión del tronco de la N-550 con los ramales norte de las glorietas hasta dar por finalizado el nuevo trazado en el pk 0+877,569.

El diseño de la **Alternativa 2** consiste, al igual que la Alternativa 1, en desviar el trazado de la N-550 para resolver la intersección con mas espacio, evitando las edificaciones existentes, con una longitud del nuevo trazado de 785 metros. El trazado en planta de la N-550, aunque es similar al de la Alternativa 1, es más suave presentando radios mayores, debido a que se proyecta una única glorieta de 40 metros de radio desnivelada en la que el tronco principal pasa superiormente sobre ella, sin necesidad de unos ramales de incorporación y salida tan largos.

Nuevamente se hace necesaria la ejecución de un nuevo paso superior sobre la A-6, en este caso mediante un tramo en viaducto de 64 metros, con una sección de 4 carriles necesarios para cumplir con las longitudes mínimas de los carriles de aceleración y deceleración.

Por último, la **Alternativa 3** propone una glorieta desnivelada del mismo tipo que la Alternativa 2, pero se aprovecha el trazado actual de la N-550 y la glorieta existente, de modo que se eleva el tronco principal mediante un paso superior, dejando así la glorieta libre de semáforos, dando mayor fluidez al tráfico Coruña - Santiago de Compostela, y aliviando fuertemente a su vez el de la glorieta.

La longitud mínima requerida por los carriles y cuñas de incorporación y salida a la glorieta impide aprovechar el paso elevado existente sobre la A-6 (la distancia entre la glorieta y el puente es insuficiente), obligando al diseño de un nuevo paso superior que permita una sección con 4 carriles.

De este modo, la estructura sobre la A-6 presenta una longitud de 60 metros, con una sección de 4 carriles para pasar superiormente sobre la A-6 con los carriles de incorporación y salida. A continuación, se inicia un tramo entre muros , de modo que los carriles exteriores acceden a la glorieta, siguiendo el tronco principal sobre ella mediante un tramo en plataforma de unos 83 metros de longitud.

10.1.- EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se valoran las alternativas de acuerdo con los siguientes criterios:

Económico - financiero

Se analiza principalmente el coste de construcción, entendiendo que los costes de conservación y mantenimiento serán similares para todas las alternativas, de modo que no son determinantes para la valoración. El peso de ponderación será del 40%.

La valoración de las alternativas de acuerdo con este criterio se resume en la siguiente tabla:

ALTERNATIVA	PUNTUACIÓN CRITERIO ECONÓMICO-FINANCIERO
Alternativa 1	5,55
Alternativa 2	5,05
Alternativa 3	8,24

Tráfico y funcionalidad

Se valorará la calidad de la circulación, analizando para ello la funcionalidad, comodidad y tiempo de paso de los vehículos, concluyendo cual de las tres alternativas conlleva una mayor mejora del tráfico. El peso de ponderación de este criterio será de un 30%.



Para obtener la valoración atendiendo a este criterio, se han valorado tres subcriterios: la pendiente máxima en el tronco principal, el radio mínimo en las curvas del tronco principal y la capacidad del enlace. La tabla siguiente resume las valoraciones de los tres subcriterios y la del criterio de tráfico y funcionalidad en conjunto:

ALTERNATIVA	SUBCRITERIO	PUNTUACIÓN SUBCRITERIO	PUNTUACIÓN CRITERIO TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD
Alternativa 1	Pendiente máxima	4	5,37
	Radio mínimo	5,11	
	Capacidad	7	
Alternativa 2	Pendiente máxima	4	7,22
	Radio mínimo	9,67	
	Capacidad	8	
Alternativa 3	Pendiente máxima	7,5	5,79
	Radio mínimo	4,89	
	Capacidad	5	

Criterio de Impacto Ambiental

Dado el carácter de anteproyecto del trabajo, no se ha realizado un estudio de impacto ambiental completo, sino simplemente un estudio de los factores ambientales que se verían afectados por las obras y una propuesta de medidas correctoras y preventivas.

Por lo tanto, esta valoración se hace a criterio del autor del proyecto, teniendo en cuenta principalmente los movimientos de tierras, el efecto barrera, la contaminación acústica y el impacto social de cada alternativa.

ALTERNATIVA	PUNTUACIÓN CRITERIO AMBIENTAL
Alternativa 1	7
Alternativa 2	5
Alternativa 3	4,5

10.2.- ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Aplicando el método de las medias ponderadas, se concluye que la alternativa a desarrollar será la 3, dado que el criterio económico-financiero se considera determinante en los tiempos que corren, hecho que se refleja en el peso de ponderación asignado. Las puntuaciones obtenidas son las siguientes:

	VALOR
A ₁	0,364
A ₂	0,36
A ₃	0,47

En el Anejo nº 5: Estudio de alternativas se desarrolla en más profundidad el contenido de este apartado.

11.- TRAZADO

Según las especificaciones expuestas en la Instrucción de Carreteras 3.1. I.C. se han adoptado los siguientes condicionantes para estudiar el trazado, teniendo en cuenta que la carretera de estudio, pertenece al grupo 2.

Velocidad de proyecto: 50 km/h para el tronco principal y 40 km/h en los ramales.

Sección tipo : carriles de 3.5 m y arcenes de 1,5 m en el tronco principal, carriles de 4 metros de ancho y arcenes de 0,5 metros en la glorieta y carriles de 4 metros con arcén exterior de 2,5 metros e interior de 1 metro para los ramales.

En el Anejo nº 6: Trazado, se detallan las características del trazado de la alternativa elegida.

12.- DRENAJE

Para proyectar el drenaje longitudinal, se ha diseñado una red que permita evacuar hacia los puntos de desagüe la escorrentía superficial de la plataforma así como de los taludes y márgenes que hacia ella viertan.

Se han utilizado preferentemente cunetas revestidas de hormigón a ambos lados de la calzada y se propone la colocación de bajantes cada 20 metros con elementos de protección que disipan la energía, evitando que se formen cauces esporádicos.



Tras obtener por el método racional los caudales de avenida para períodos de retorno de 25 y 100 años, se ve que no son lo suficientemente elevados como para diseñar una ODT.

De este modo se propone la colocación de dos caños de 100 cm de diámetro a ambos lados de la DP-1702 en la zona de la glorieta para dar continuidad al drenaje natural, sin necesidad de un dimensionamiento más completo.

Los cálculos se recogen en el Anejo nº 7: Hidrología y Drenaje.

13.- GEOLOGÍA

Desde el punto de vista geológico, toda la zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la zona peleogeográfica de Galicia Media Tras os Montes de Matte (1968).

Desde un punto de vista petrológico y estructural, corresponde al Dominio del Complejo de Órdenes.

Se diferencian las siguientes unidades litológicas:

- Rocas metamórficas del Complejo de Órdenes, entre las que se distinguen:

- Anfibiólitas
- Cuarcitas y areniscas
- Grauvacas
- Pizarras, filitas y esquistos micáceos

- Montera de alteración en la que se diferencian dos tipos litológicos:

- Suelo residual: sustrato totalmente desintegrado
- Manto de alteración: sustrato rocoso muy meteorizado

- Depósitos cuaternarios:

- Tierra vegetal
- Gravas angulosas de cuarzo lechoso con matiz areno-arcillosa
- Arcillas

14.- GEOTECNIA

Para llevar a cabo el estudio geotécnico, se ha simulado la realización de 4 calicatas y 4 ensayos de penetración dinámica, así como la extracción de muestras para ensayos en laboratorio. Los resultados se pueden consultar en el Anejo nº 8: Geológico - Geotécnico.

Del estudio realizado se concluye que:

- El suelo está constituido por los siguientes niveles:
 - Tierra vegetal
 - Manto de alteración granodiorítico
 - Sustrato rocoso (Granodiorita)
- No se ha alcanzado el nivel freático en ninguna de las calicatas, de modo que no supondrá un problema a la hora de realizar las excavaciones y cimentaciones.
- Tras obtener el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga podemos apreciar que la categoría de explanada se corresponde con la categoría E2.
- A partir de los datos obtenidos en los ensayos de calicatas y penetómetros se propone una **cota de cimentación de - 3 metros**.
- Se estima una **capacidad portante del terreno de 2 kg/cm²**.
- La inclinación de los taludes a adoptar será de 2H:3V en terraplenes y 1H:1V en desmontes.

15.- SISMICIDAD

El riesgo debido a posibles movimientos sísmicos no es significativo tal y como refleja el mapa de peligrosidad sísmica de la Norma de Construcción Sismorresistente.

En consecuencia, no es necesaria la consideración de acciones sísmicas en el presente anteproyecto.

La justificación de este apartado se encuentra en el Anejo nº 9: Sísmico.

16.- FIRMES

Se aplicará principalmente la Norma 6.1 IC “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras.

Las categorías de tráfico pesado obtenidas para las diferentes vías son las que se muestran en la siguiente tabla:

CALZADA	IMDp	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
		TEÓRICA	PROYECTO
N-550 (La Coruña - A Rocha)	399	T2	T1
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	1.324	T1	T1
Enlace A-6	995	T1	T1
DP-1702	502	T2	T1

Con el propósito de simplificar y unificar el diseño de los paquetes de firme se asignará una categoría de tráfico pesado T1 a todo el viario.

Por otra parte, a partir de los datos recogidos en el Anejo nº 8: Geológico - Geotécnico concluimos que se trata de un Suelo Tolerable. Por lo tanto se adoptará una explanada E2 en todos los ejes del proyecto que es la más adecuada para el tipo de terreno y tráfico.

Se dispondrá para la formación de la explanada en primer lugar una capa de S-EST 1 de 25 cm de espesor mínimo y posteriormente una capa de S-EST 2 de al menos 25 cm de espesor.

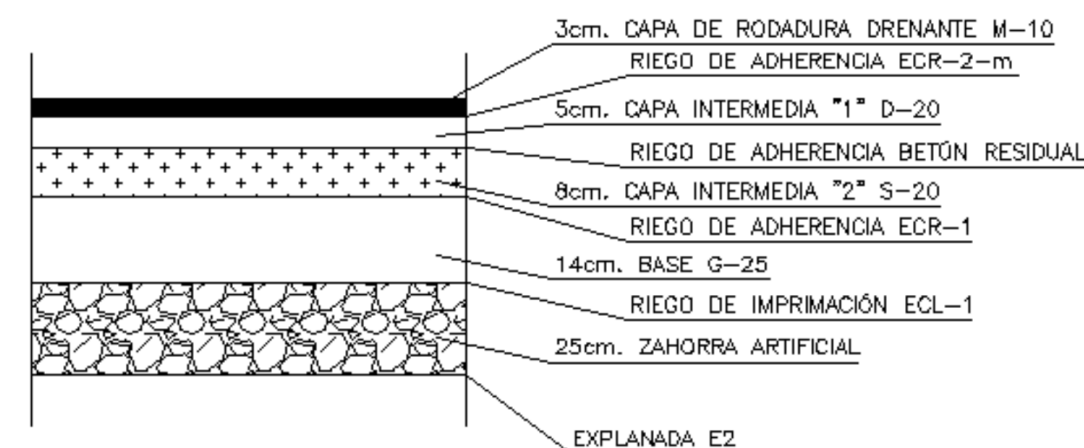
Esto solamente se aplicará en el trazado de nueva construcción que no discurra sobre viaducto. En aquellas zonas que el trazado discurra sobre una plataforma ya existente sólo se eliminará la capa de firme actual mediante fresado, ya que es previsible que la capa que quede debajo sea directamente una explanada competente, no siendo necesario ningún trabajo de mejora de la misma. No obstante, una vez retirado el firme, se realizará un ensayo de carga con placa y en el caso de dar un módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}) menor de 120 se procedería a retirar otros 50 cm para sustituirlos por Suelo Seleccionado.

16.1.- SECCIÓN TIPO

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y empleando el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) se obtienen las siguientes secciones tipo:

Sección sobre explanada E2

SECCIÓN 121



Sección sobre losa

Se considerará una sección de firme diferente sobre la parte superior de la losa tal y como indica la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)".

En el apartado 3.1.2. de dicha Instrucción se recoge que el espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros de puentes, no será en ningún caso superior a diez centímetros (10 cm), incluida la preceptiva capa de impermeabilización y la eventual capa de regularización.

Capa de impermeabilización

Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo M-10.

Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo

Riego de imprimación: Tipo ECI

17.- ESTRUCTURAS

Dado que dicho proyecto tiene carácter académico, se definirán dichas estructuras a nivel de geometría, sin cálculos. Para ello se consulta la publicación "Obras de paso de nueva construcción" del Ministerio de Fomento.



Las estructuras que se incluyen en el presente son las siguientes:

- Viaducto: Para pasar sobre la A-6 y sobre la glorieta
- Muros: Para separar el tronco de la N-550 de los ramales que dan acceso y salida a la intersección.

Teniendo en cuenta la instrucción de “Criterios para obras de paso de nueva construcción” se ha seleccionado un tablero nervado con voladizos de 1,40 m de longitud a ambos lados de la losa, y un canto de 1,25 metros, y una distancia entre nervios de 2 metros. También se han dispuesto dos aligeramientos de tipo circular.

El rango de utilización suele estar entre los 20 y 45 metros, el óptimo se sitúa entre los 30 y 40 metros.

Se utilizarán pilas de hormigón con un ancho mínimo de 1,20 metros y máximo de 1,40 m.

El proceso constructivo más habitual para puentes de hasta 4 vanos (longitudes no mayores de 120 ó 140 metros) y con alturas de pilas moderadas ($H < 20$ m) es la de cimbrado convencional de todo el tablero y hormigonado del mismo de forma continua.

Los estribos que se utilizarán serán estribos cerrados con aletas exteriores en vuelta, con cimentación mediante zapata apoyada en el sustrato competente. El estribo cerrado es la tipología más común como estribo de un puente, apoyándose el tablero sobre estribos mediante neoprenos zunchados de 300x300x63mm (espesor neto de 45mm).

Además, se proyectan 4 muros de contención de tierras. Todos ellos sirven para separar el tronco principal de la N-550 de los ramales de acceso a la glorieta de enlace para evitar que se produzcan derramamientos de tierra en los terraplenes.

18.- SERVICIOS AFECTADOS

En la construcción de una nueva carretera son inevitables las afecciones sobre servicios y vías de comunicación, que deberán ser restablecidos durante la construcción de dicha obra.

Líneas eléctricas de alta, media y baja tensión.

Alumbrado.

Líneas telefónicas.

Conducciones de agua potable y aguas residuales/pluviales

Vías de comunicación terrestre

Debido el carácter meramente académico del proyecto, se considera que el estudio de reposición de los servicios afectados por la mejora de la intersección entre la N-550, la A-6 y la DP-1702 en Cambre queda fuera del alcance del mismo. Se tendrá en cuenta de todas formas en el presupuesto y se dedica a esta reposición de servicios una partidaalzada dentro del mismo.

19.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
0.1.	TRABAJOS PREVIOS	2.436,30	0,07
0.2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	108.759,28	3,03
0.3.	FIRMES	433.817,99	12,08
0.4.	DRENAJES	110.312,84	3,07
0.5.	ESTRUCTURAS	2.696.640,00	75,10
0.6.	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS, DEFENSAS	84.986,92	2,37
0.7.	IMPACTO AMBIENTAL	18.020,00	0,50
0.8.	SEGURIDAD Y SALUD	69.265,70	1,93
0.9.	GESTIÓN DE RESIDUOS	34.632,85	0,96
0.10.	OTROS	31.800,00	0,89
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		3.590.671,88	
13,00 % Gastos generales		466.787,34	
6,00 % Beneficio industrial		215.440,31	
SUMA DE G.G. y B.I.		682.227,65	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A.		4.272.899,53	
21,00 % I.V.A.		897.308,90	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN + I.V.A.		5.170.208,43	

Asciende el presupuesto base de licitación más I.V.A. a la expresada cantidad de CINCO MILLONES CIENTO SETENTA MIL DOSCIENTOS OCHO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

En A Coruña a 14 de Octubre de 2015

El autor del anteproyecto

ANTONIO MANUEL SÁNCHEZ BAO



B. MEMORIA JUSTIFICATIVA



ÍNDICE

Anejo nº 1: SITUACIÓN ACTUAL

Anejo nº 2: PLANEAMIENTO

Anejo nº 3: TRÁFICO

Anejo nº 4: ESTUDIO AMBIENTAL

Anejo nº 5: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Anejo nº 6: TRAZADO

Anejo nº 7: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Anejo nº 8: ANEJO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Anejo nº 9: ESTUDO SÍSMICO

Anejo nº 10: FIRMES

Anejo nº 11 ESTRUCTURAS

Anejo nº 12: SERVICIOS AFECTADOS



ANEJO Nº1: SITUACIÓN ACTUAL



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- LOCALIZACIÓN DE LA ACTUACIÓN

3.- SITUACIÓN ACTUAL

3.1.- IMPORTANCIA DE LAS VÍAS

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.3.- PROBLEMÁTICA DE LA INTERSECCIÓN

3.4.- CAMINO DE SANTIAGO (INGLÉS)

4.- OBJETIVOS DEL ANTEPROYECTO

APÉNDICE I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

APÉNDICE II: SITUACIÓN EN PLANTA DE LAS FOTOGRAFÍAS



1.- INTRODUCCIÓN

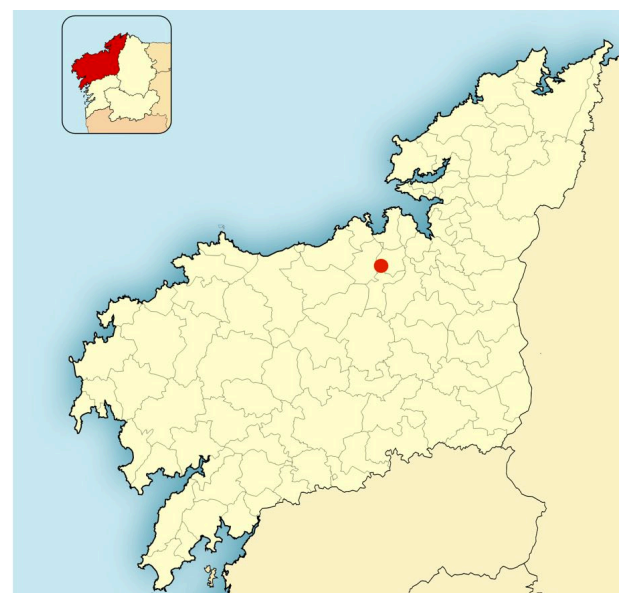
El objeto del presente anteproyecto de “Mejora de la conexión entre la N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre” es cumplir con los requisitos académicos y administrativos necesarios para la obtención de la titulación de grado en Tecnología de la Ingeniería Civil por la Universidade da Coruña.

Dado el carácter académico de este anteproyecto se han realizado simplificaciones u omisiones en ciertas partes del mismo que, tratándose de un anteproyecto real, no serían admisibles. En concreto, algunos de los datos, especialmente los referidos a geología, geotecnia y topografía, han sido simulados aunque pretenden ser coherentes con la información recabada de proyectos reales en la zona y con lo observado en campo.

2.- LOCALIZACIÓN DE LA ACTUACIÓN

La zona de estudio se encuentra entre las localidades de Pontido y A Rocha, pertenecientes al Ayuntamiento de Cambre, y concretamente a la parroquia de Anceis. En este punto confluyen la N-550, la A-6 y la DP-1702, en una glorieta partida semaforizada cuyo funcionamiento es deficiente y cuyas condiciones de seguridad no son las deseables.

Puede verse la ubicación de la zona de estudio en las imágenes que se muestran a continuación.



3.-SITUACIÓN ACTUAL

3.1.- IMPORTANCIA DE LAS VÍAS

La N-550 es la carretera nacional que comunica La Coruña con Tuy. Sale de la Avenida de Alfonso Molina y nos lleva al ayuntamiento de Culleredo, atravesando las localidades de Portazgo, La Corveira, Vilaboa y Alvedro hasta llegar a Sigrás, ya en el ayuntamiento de Cambre y donde se encuentra la intersección objeto de estudio en este anteproyecto, para posteriormente pasar por Carral siguiendo hacia Santiago de Compostela. Sirve de comunicación a los polígonos industriales de Alvedro y Carral, al Aeropuerto de Alvedro - A Coruña y a los habitantes de estas poblaciones que trabajan en La Coruña o sus alrededores.

La autovía del Noroeste o A-6 es una de las seis autovías radiales de España, y comunica la Comunidad de Madrid con Galicia. En el kilómetro 568, a la altura del término municipal de Betanzos, existe un enlace con la autopista de peaje AP-9 para poder llegar tanto a La Coruña como a su área metropolitana sin tener que ir hasta el final de la A-6, en Arteixo. Este enlace, mucho más utilizado que el tramo de autovía que va de los kilómetros 567 hasta el final, permite ahorrar más de 20 minutos para llegar al casco urbano de La Coruña sin tener que pasar por Arteixo.

Aún así su tráfico sigue siendo elevado, y su enlace con la N-550 en el kilómetro 583 es de gran importancia, ya que muchos de los vehículos toman la autovía para llegar al polígono de Ledoño saliendo a la AC-523, al Aeropuerto de la Coruña y Zapateira mediante la AC-14, o seguir hasta llegar a Arteixo.

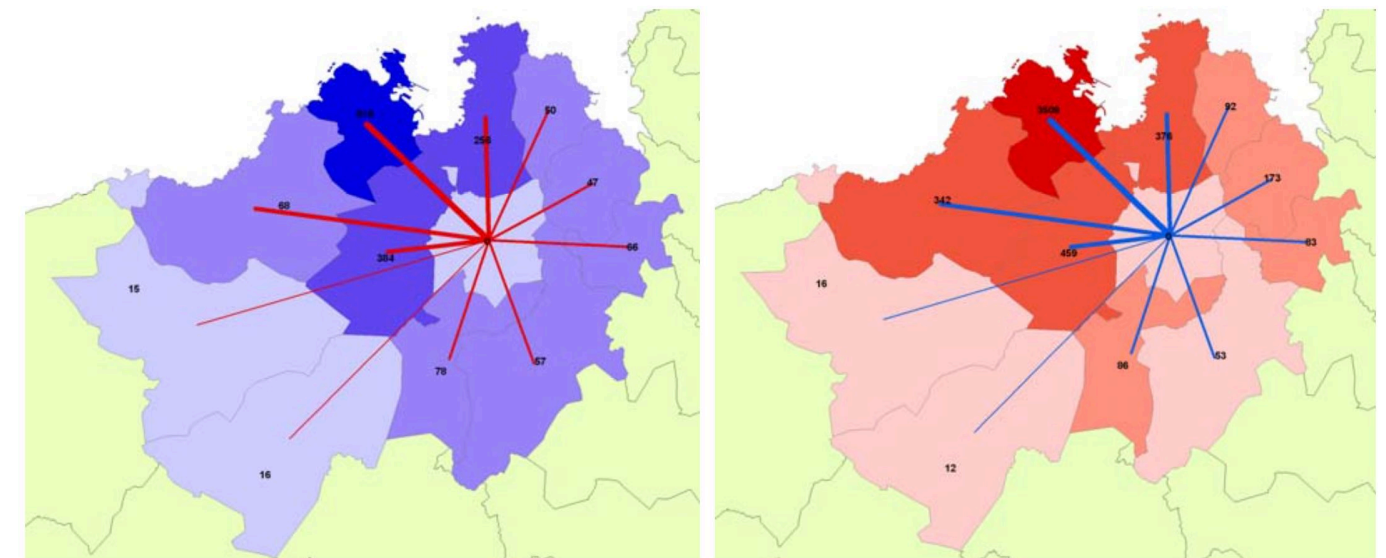
Por último la DP-1702 sirve de conexión entre A Rocha y Cambre, pero actúa a su vez como colectora de la AC-213 en el tramo comprendido entre A Rocha y Os Campóns, de modo que en el tramo final se suman los tráficos de las dos vías hasta llegar a la intersección con la N-550 y la A-6.

En la imagen siguiente se presenta la IMD de las vías más importantes presentes en el Ayuntamiento de Cambre. Se incluye una descripción más detallada de las características del tráfico de las vías objeto de estudio en el Anejo nº3: Tráfico.

Puede ser útil para la comprensión de la importancia de esta intersección el estudio del comportamiento funcional de la población que reside o trabaja en Cambre a través de los datos ofrecidos por la matriz de movilidad obligada por trabajo, que es una explotación ad hoc de los datos del censo de población y de vivienda del año 2001.

Según estos datos, existían en Cambre, para ese año, alrededor de 4.072 empleos, de los cuales tan sólo 2.050 estaban ocupados por personas residentes en Cambre. El ratio de autosuficiencia, es decir, el porcentaje de puestos de trabajo localizados en Cambre que están ocupados por personas que residen en Cambre, es por lo tanto del 50%. Hay 1853 empleos de Cambre que están ocupados por personas de otra procedencia: 816 de A Coruña, 384 de Culleredo, 256 de Oleiros, 15 de Laracha, etc.

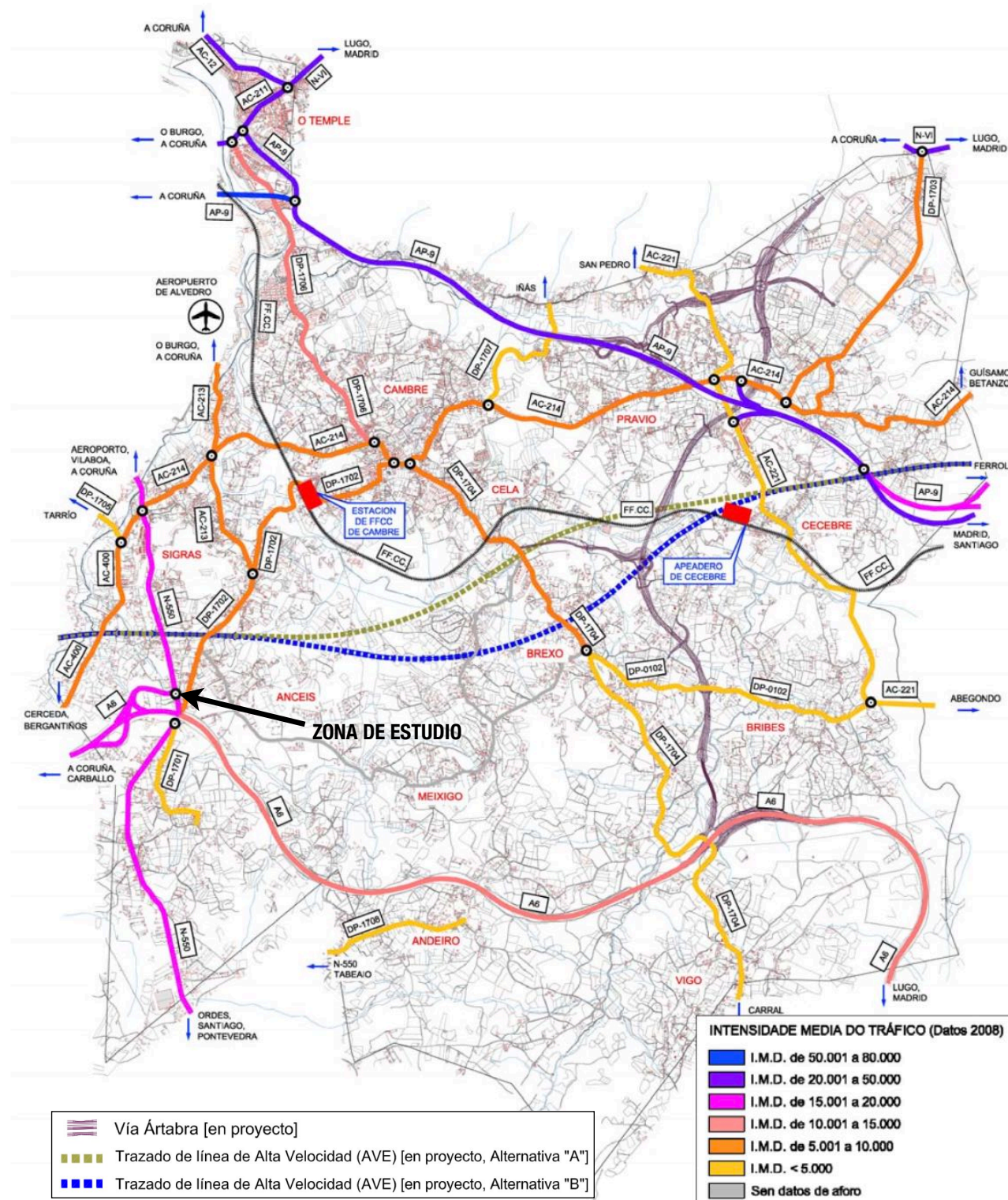
La imagen siguiente muestra la movilidad obligada por trabajo en Cambre. A la izquierda y en color azul aparecen las entradas, y a la derecha y en color rojo las salidas.



3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este apartado se pretende describir de forma general las características de las vías que concurren en la glorieta partida. Los elementos más destacables se encuentran reflejados en el Apéndice I: Reportaje Fotográfico al final de este Anejo.

La N-550 se aproxima desde el sur a la intersección con una pendiente elevada debido a la complicada topografía de la zona y a la necesidad de pasar sobre la autovía con gálibo suficiente. El paso elevado sobre la A-6 tiene una longitud aproximada de 50 metros que se dividen en dos vanos apoyados en el centro sobre dos pilas cimentadas en la mediana de la autovía. Se encuentra situado en una curva de 150 m de radio, que da paso una vez terminado el paso elevado a una recta de 130 metros con una pendiente del 8% antes de llegar a la intersección, que está semaforizada y suele presentar un tráfico intenso.



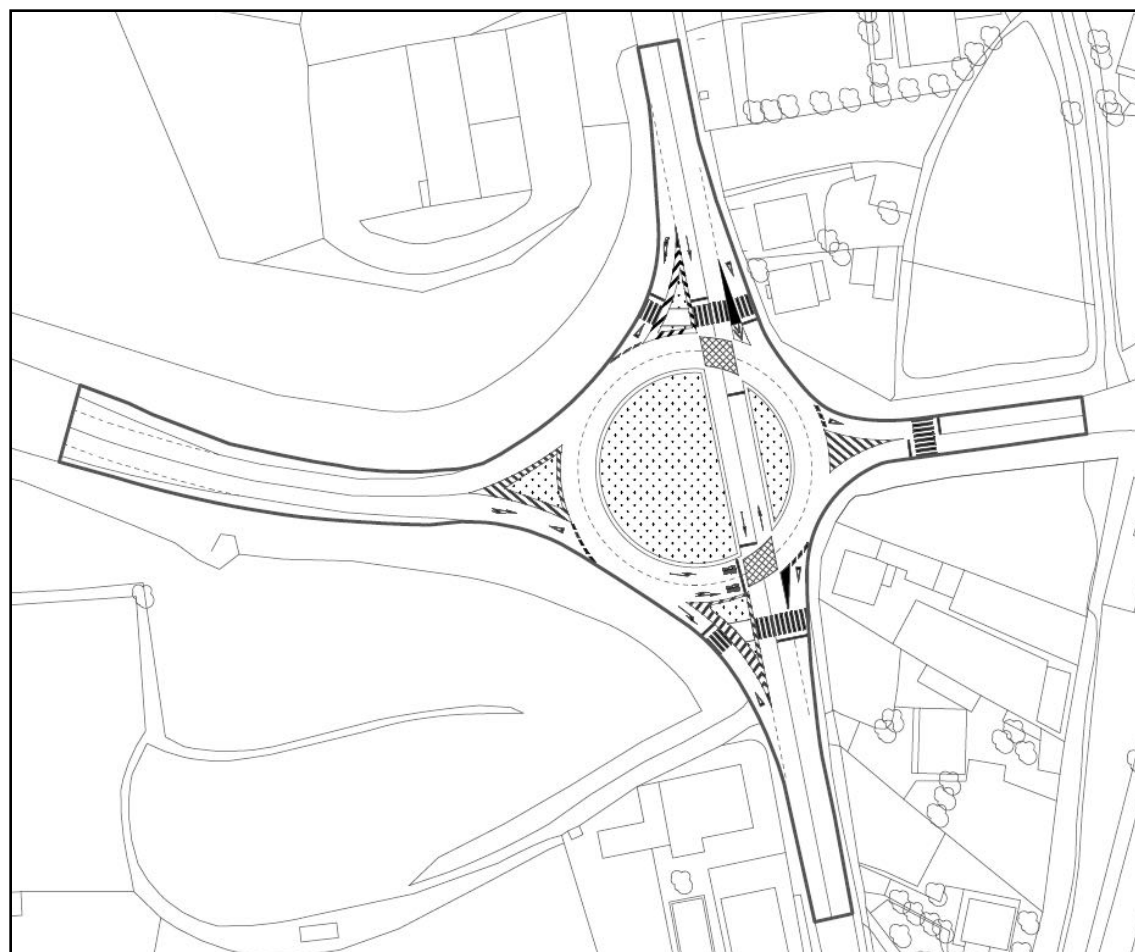
Una vez pasada la intersección la N-550 continúa en una rampa de 150 metros con inclinación del 1,5%, seguida de una curva de gran radio. En la zona de estudio se observa un ancho de 2 carriles de 3,5 metros cada uno.

Respecto al enlace con la A-6, presenta una curva antes de llegar a la intersección de 90 metros de radio, seguida de una recta en pendiente de 225 metros, cuya inclinación antes de llegar a la glorieta ronda el 1%. Su sección es de cuatro carriles, debido a las cuñas de incorporación y salida de ambas márgenes de la A-6, que terminan dando lugar a una sección de 2 carriles en el entronque con la glorieta.

Por último, la DP-1702 termina en la intersección con una recta en pendiente (7%) de 65 metros de longitud precedida por una curva de 50 metros de radio. Carriles de 3,5 m.

La velocidad límite de la carretera en la zona de estudio es de 50 km/h, debido a la presencia de viviendas y a la presencia de la glorieta. Además, antes del paso superior sobre la A-6 se limita la velocidad a 50 km/h y una vez pasada la glorieta en dirección La Coruña por la N-550, la velocidad límite se mantiene en ese valor durante un tramo mucho más largo que el que se pretende mejorar en este anteproyecto, por lo que se proyectará el nuevo enlace para una velocidad de proyecto de 50 km/h.

3.3.- PROBLEMÁTICA DE LA INTERSECCIÓN



En la actualidad la intersección se resuelve mediante una glorieta partida con semáforos. Debido a la gran intensidad de vehículos que existe, sobre todo en las horas punta, se generan retenciones considerables, tanto por el funcionamiento deficiente de los semáforos como por las escasas dimensiones de la glorieta, que no tiene la capacidad deseable para los vehículos que tienen que esperar cuando el semáforo está cerrado (principalmente en los giros de vehículos que se incorporan a la A-6 desde el Sur procedentes de la N-550).

Cabe destacar además el elevado índice de accidentes que se producen, sobre todo en la entrada Sur, donde los coches a menudo vienen sobrepasando la velocidad límite y se encuentran con el semáforo en rojo tras el paso elevado sobre la autovía, y con una pendiente elevada (en torno al 8%).

La prensa lleva tiempo haciéndose eco de este problema:

El Ideal Gallego, 5 de Febrero de 2015

“Daniel Carballada, del BNG de Cambre, ejerció como anfitrión en una movilización protagonizada por miembros de esta formación política en la comarca. (...) El concejal cambrés denuncia que, además, existe en el cruce un “maremagnum” de semáforos que “as más das veces” no funcionan. Suma a ello, el volumen de señales de stop, cedas, incorporaciones “con poucas visibilidade” o “semirrotondas sobresaturadas de vehículos”.

Este rosario de problemas, añade, motivaron que “xa hai máis dunha década” y después de “constantes presións” de los vecinos, el Gobierno de José María Aznar “anunciara a intención de construir un paso sobreelevado que salvaría o tránsito A Crouña-Santiago da glorieta central”, a imagen y semejanza de infraestructuras como la de Ponte da Pasaxe o la Grela, outros puntos negros clásicos.”

La Opinión A Coruña, 5 de Mayo de 2015

“Tras años de demandas vecinales y numerosos siniestros, Cambre aguarda todavía mejoras en el peor punto negro de su red viaria: el cruce de A Rocha. (...) Los grupos que concurren a las elecciones coinciden en urgir a reformar la intersección, que une la carretera Nacional-550 con la autovía A-6 en la parroquia cambresa de Anceis, aunque difieren en las propuestas. Mientras unos avalan la glorieta anunciada por el Ministerio de Fomento, otros apuestan por un paso elevado y algunos reclaman un estudio de las distintas opciones.”

La Voz de Galicia, 24 de Julio de 2015

“El municipio de Cambre acoge uno de los líos más sobresalientes de la circulación en la comarca coruñesa. El cruce de la N-550 con una de las desembocaduras de la autovía A-6, conocido como el de A Rocha, es uno de los principales nudos gordianos del tráfico, un cúmulo de incógnitas para los conductores que lo afrontan por primera vez. Los neófitos en este polémico punto se encuentran con desvíos mal señalados, una rotonda irregular (que

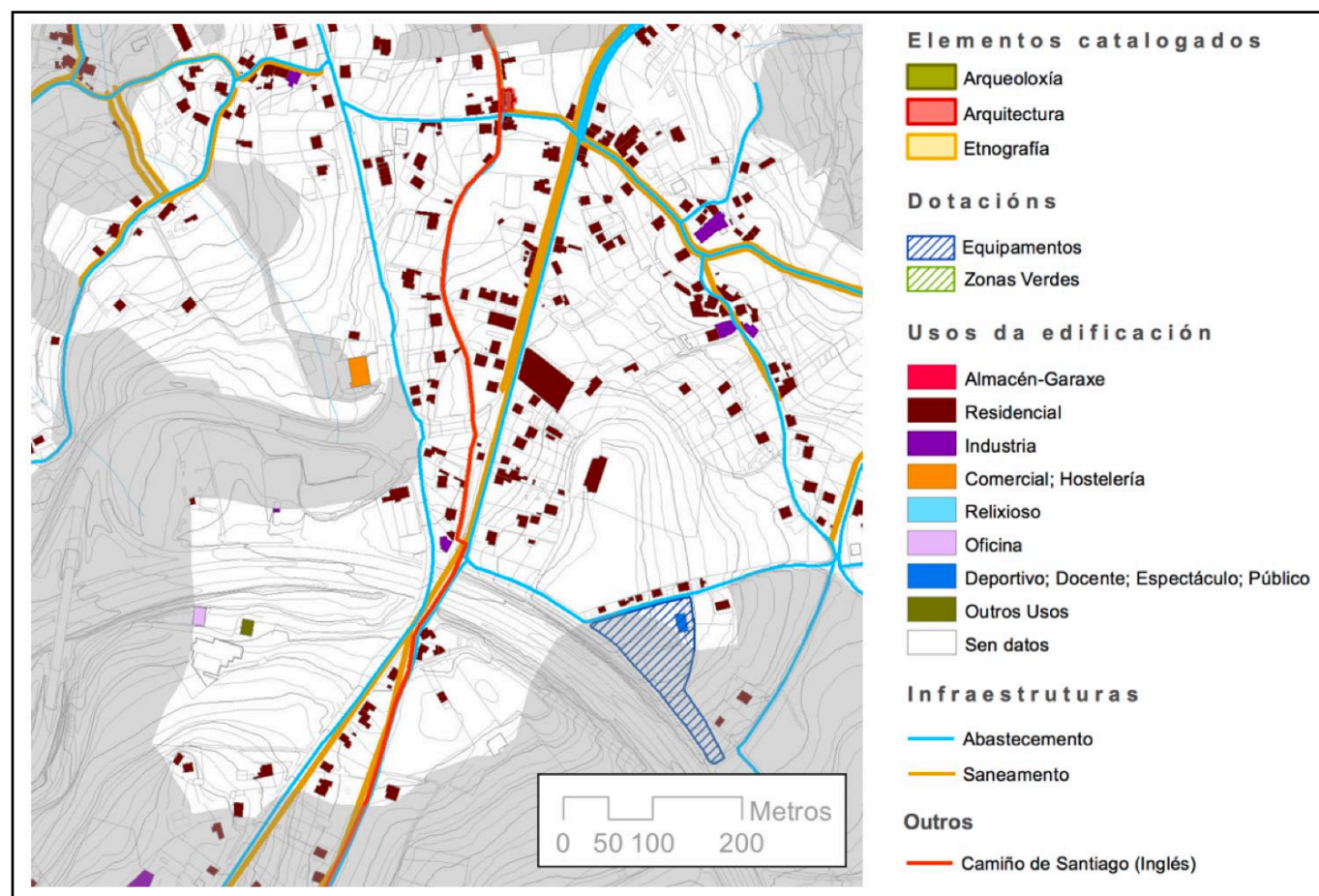


genera dudas a los que se incorporan de la autovía para salir en dirección a A Coruña), y todo ello aderezado con una red semafórica que en ocasiones eterniza la circulación. Los vecinos de Sigrás, Anceis y los usuarios de este tramo en general ya han manifestado sus quejas y solicitud de mejora en el diseño.”

3.4.- CAMINO DE SANTIAGO (INGLÉS)

El Camino de Santiago Inglés debe su nombre a los peregrinos procedentes de las Islas Británicas y otros puertos de Europa Septentrional que atracaban en los puertos de La Coruña y Ferrol para emprender el camino rumbo al sur hacia la capital compostelana.

Se hace imprescindible su mención debido a que discurre muy cerca de la zona de actuación, como se puede ver en la imagen que sigue:



El camino discurre entre la N-550 y la DP-1702, llegando a cruzar la autovía sobre el paso superior de esta última, para seguir luego el trazado de la DP-1701. A pesar de la cercanía del Camino a la zona de estudio, no se vería afectado por ninguna de las alternativas, ya que dos de ellas consisten en desviar el trazado de la N-550 hacia el Oeste (mientras que el Camino se encuentra al Este del actual trazado de la N-550) y la tercera consiste en construir un paso elevado sobre la intersección actual, de modo que no se vería afectado por las obras en ninguno de los casos.

4.- OBJETIVOS DEL ANTEPROYECTO

Los principales objetivos a cumplir en este proyecto son los relacionados con la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles, así como el aumento de la calidad de vida de los vecinos residentes en la zona.

Los objetivos a cumplir en materia de tráfico son:

- Eliminar las congestiones que se producen en la intersección.
- Agilizar los movimientos de los vehículos, reduciendo tiempos de espera en el cruce.
- Mejora de la seguridad vial.

Los objetivos a cumplir en materia paisajística y ambiental son:

- Maximizar la integración de la obra en el entorno.
- Reducir los niveles de contaminación acústica de la zona.

Otros objetivos a tener en cuenta:

- Mantener (y mejorar) la capacidad de circulación peatonal existente en la zona.
- Aumentar la calidad de vida de los residentes en las cercanías.

Es importante destacar el hecho de que la circulación se vería muy mejorada dando continuidad al tronco de la N-550, cuya IMD supera los 15.000 vehículos. Es por ello que en los diferentes diseños del enlace que se proponen en el estudio de alternativas se da continuidad a dicha vía.



APÉNDICE I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Se incluyen en este apartado varias fotografías de puntos de interés, para intentar conseguir una visión de conjunto de la zona de actuación.



Foto 1: N-550 descendiendo hacia la intersección.



Foto 3: N-550. Aproximación al paso superior sobre la A-6



Foto 2: N-550 antes del paso superior sobre A-6. Dirección A Coruña



Foto 4: N-550. Inicio del paso superior sobre la A-6



Foto 5: Paso superior de la N-550 sobre la A-6



Foto 7: N-550. Aproximación a la intersección. Dirección A Coruña



Foto 6: N-550. Salida del paso superior



Foto 8: N-550. Margen Este antes de llegar a la intersección.



Foto 9: Entrada Sur de la glorieta. Obsérvese escasa capacidad del carril derecho.



Foto 11: N-550. Vista de la entrada Sur a la glorieta desde el carril central.
Al fondo se ve el paso superior sobre la A-6



Foto 10: N-550. Margen Este en la zona de la entrada Sur.



Foto 12: Entrada Este de la glorieta. Se corresponde con la entrada y salida a la DP-1702



Foto 13: DP-1702 antes de la intersección.



Foto 15: Entrada y salida a la A-6 desde la glorieta



Foto 14: Llegada del enlace de la A-6 a la glorieta



Foto 16: N-550. Carril central de la glorieta. Dirección A Coruña



Foto 17: Margen Oeste de la N-550 tras pasar la glorieta dirección A Coruña.



Foto 19: N-550. Vista de la intersección tras pasarla.



Foto 18: Margen Este de la N-550 tras pasar la glorieta dirección A Coruña.



Foto 20: Edificio comercial tras pasar la intersección.



Foto 21: Paradas de autobús a ambos lados de la N-550 antes de llegar a la glorieta desde A Coruña

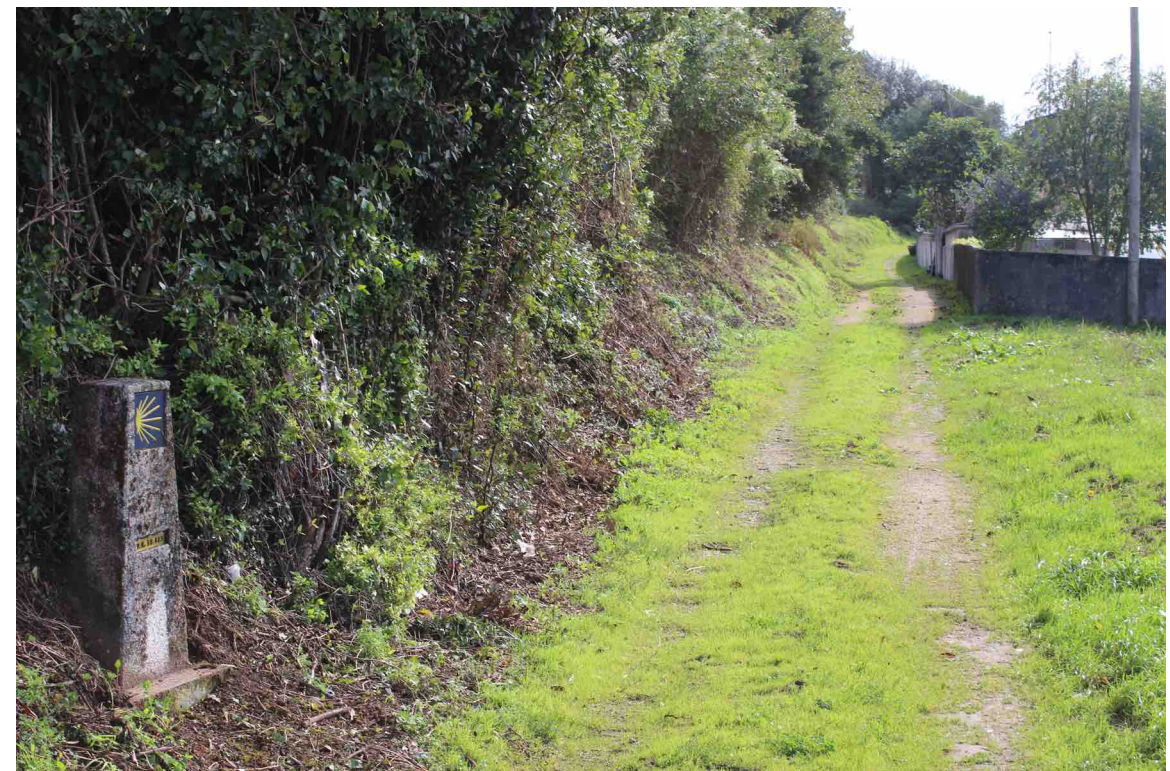


Foto 23: Continuación del camino inglés tras cruzar la DP-1702



Foto 22: DP-1702. Cruce con el camino inglés antes de llegar a la glorieta.



Foto 24: Paso del Camino Inglés sobre la A-6



Foto 25: Panorámica de 180° desde el centro de la glorieta. Se puede ver el carril central por donde discurre la N-550, a la derecha en dirección A Coruña y a la izquierda en dirección Santiago de Compostela. De frente se puede ver la entrada y la salida a la DP-1702. Obsérvense las edificaciones en el margen Oeste de la N-550

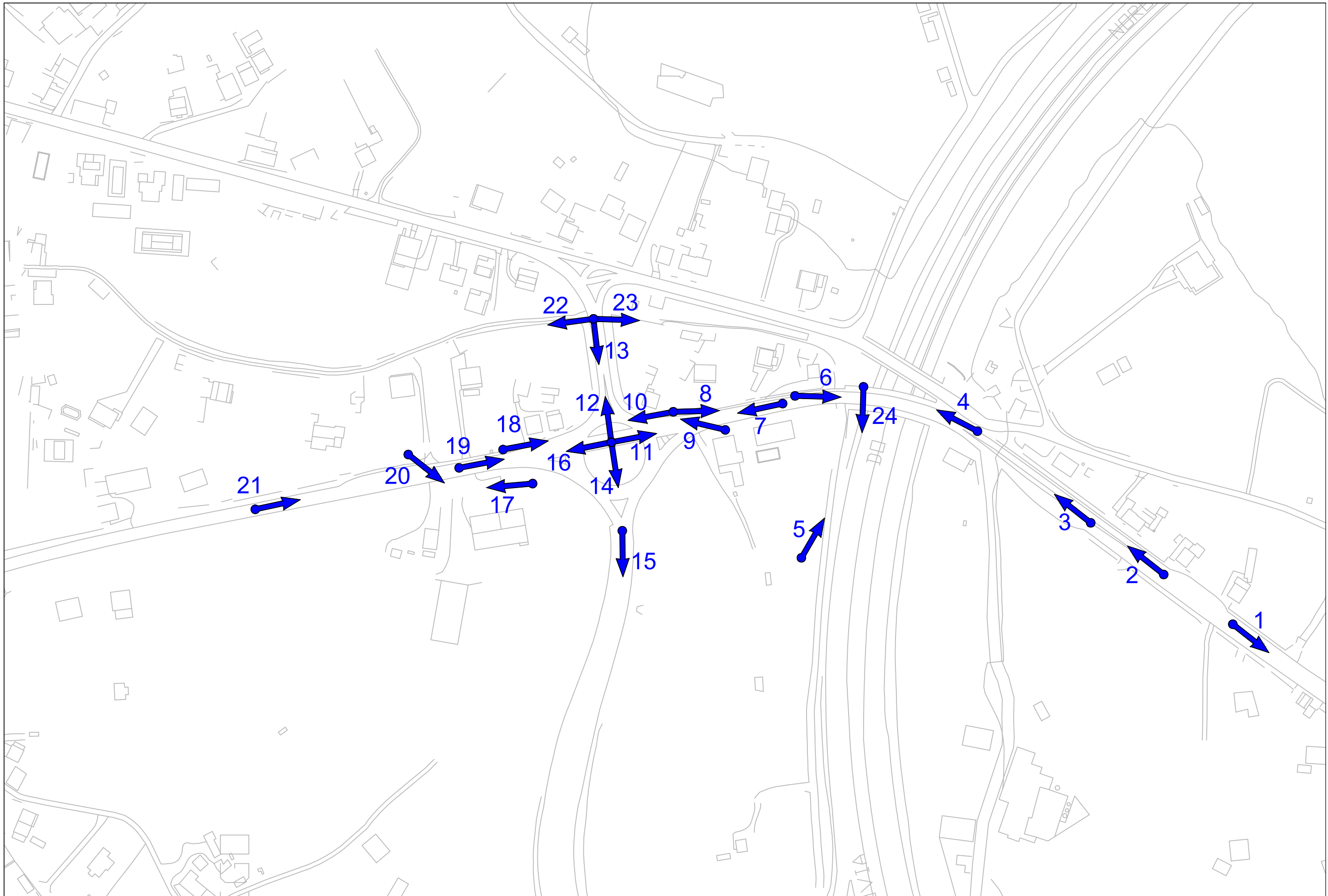


Foto 26: Panorámica de 18° desde el centro de la glorieta. A la izquierda la N-550 en dirección Santiago de Compostela. A la derecha la N-550 en dirección A Coruña



APÉNDICE II:

UBICACIÓN EN PLANTA DE LAS FOTOGRAFÍAS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

Designación del plano:
Fotografías. Localización en planta

Plano Nº: 1
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
1:2000

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



ANEJO Nº 2: PLANEAMIENTO



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- PLANEAMIENTO

2.1.- NORMATIVA URBANÍSTICA VIGENTE

2.2.- NORMATIVA URBANÍSTICA EN DESARROLLO

APÉNDICE I: CLASIFICACIÓN DEL SUELO. USOS.

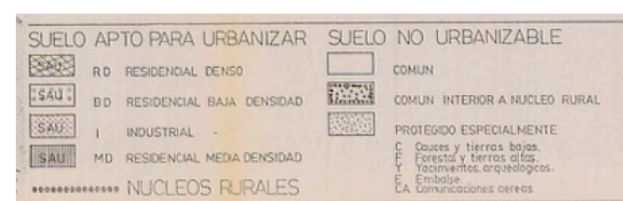
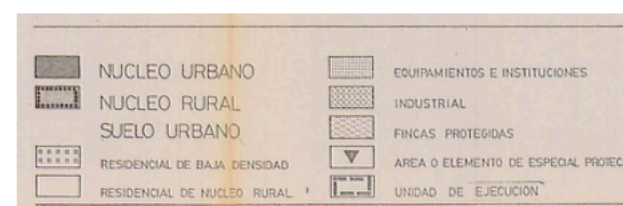
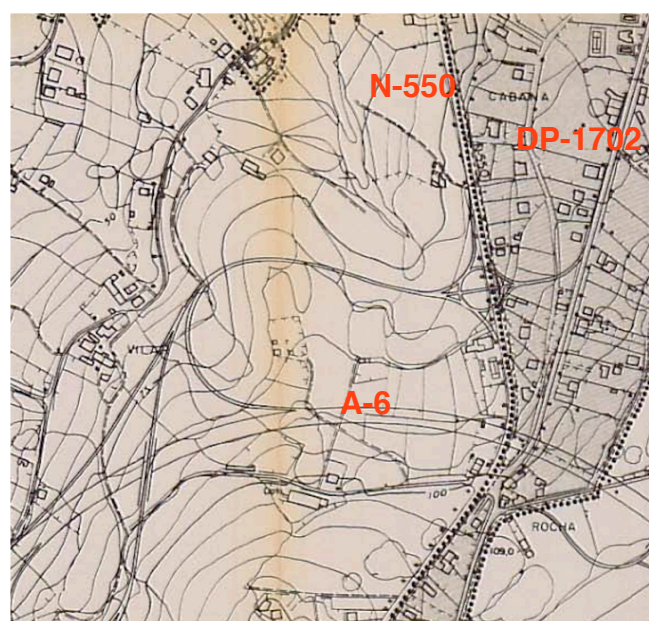
1.- INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo identificar los instrumentos de planeamiento urbanístico vigentes en el municipio afectado por el proyecto e identificar y valorar los efectos de las obras proyectadas sobre la ordenación urbanística. Las obras se llevan a cabo en el término municipal de Cambre, concretamente en la parroquia de Anceis.

2.- PLANEAMIENTO

2.1.- NORMATIVA URBANÍSTICA VIGENTE

El presente anteproyecto observa las determinaciones impuestas por las vigentes Normas subsidiarias de planeamiento del Ayuntamiento de Cambre del año 1994, junto con las posteriores modificaciones puntuales en los años 1995, 1996, 1997 y 1998.

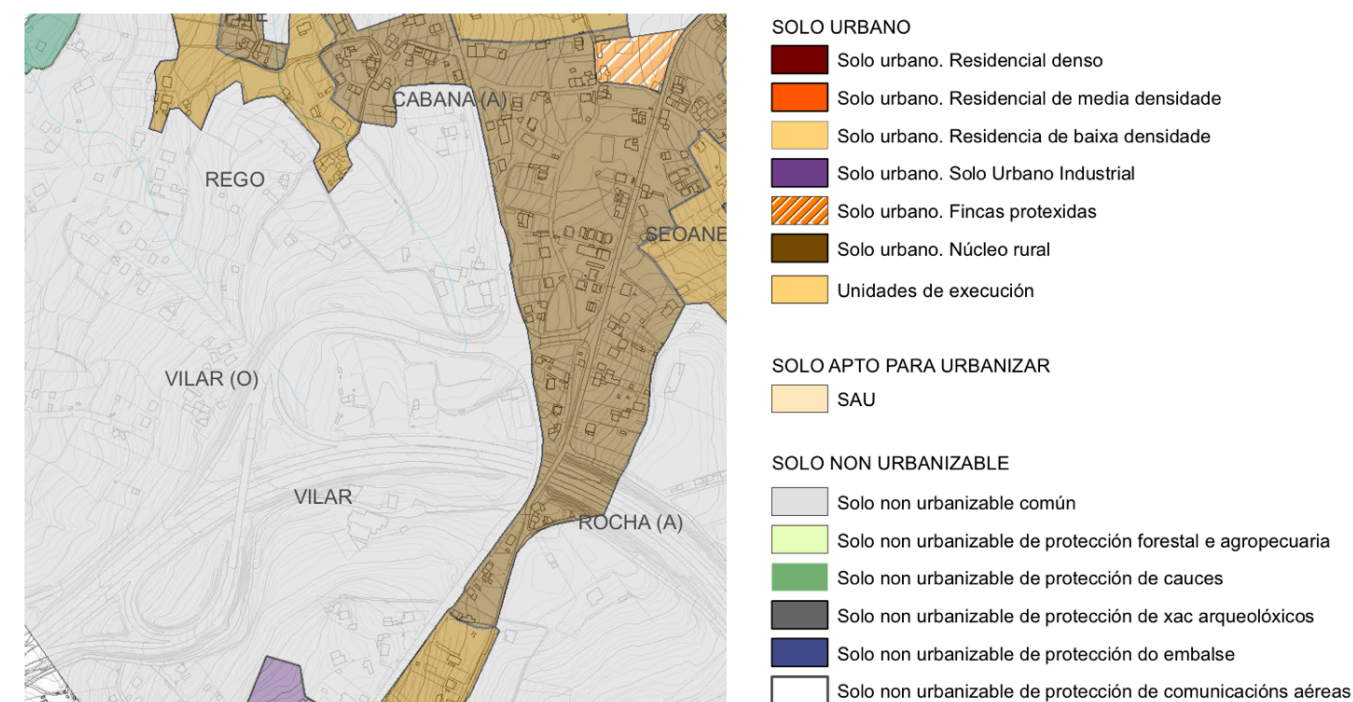


La imagen anterior es un fragmento del “Plano de Clasificación del Suelo. Usos.” correspondiente a la normativa vigente. Se puede observar que al Este del eje de la N-550 el suelo está calificado como Suelo Urbano (núcleo rural), mientras que al Oeste del eje de la N-550 el suelo está calificado como Suelo No Urbanizable Común.

De este modo, vemos que de las 3 alternativas que se proponen en este anteproyecto, dos de ellas (las que implican un nuevo trazado de la N-550) discurren completamente sobre suelo rústico. Únicamente en la realización del paso superior sobre la glorieta actual se vería afectado inevitablemente suelo urbano en la ampliación de los ramales y carriles de aceleración y deceleración de la margen derecha de la actuación.

2.2.- NORMATIVA URBANÍSTICA EN DESARROLLO

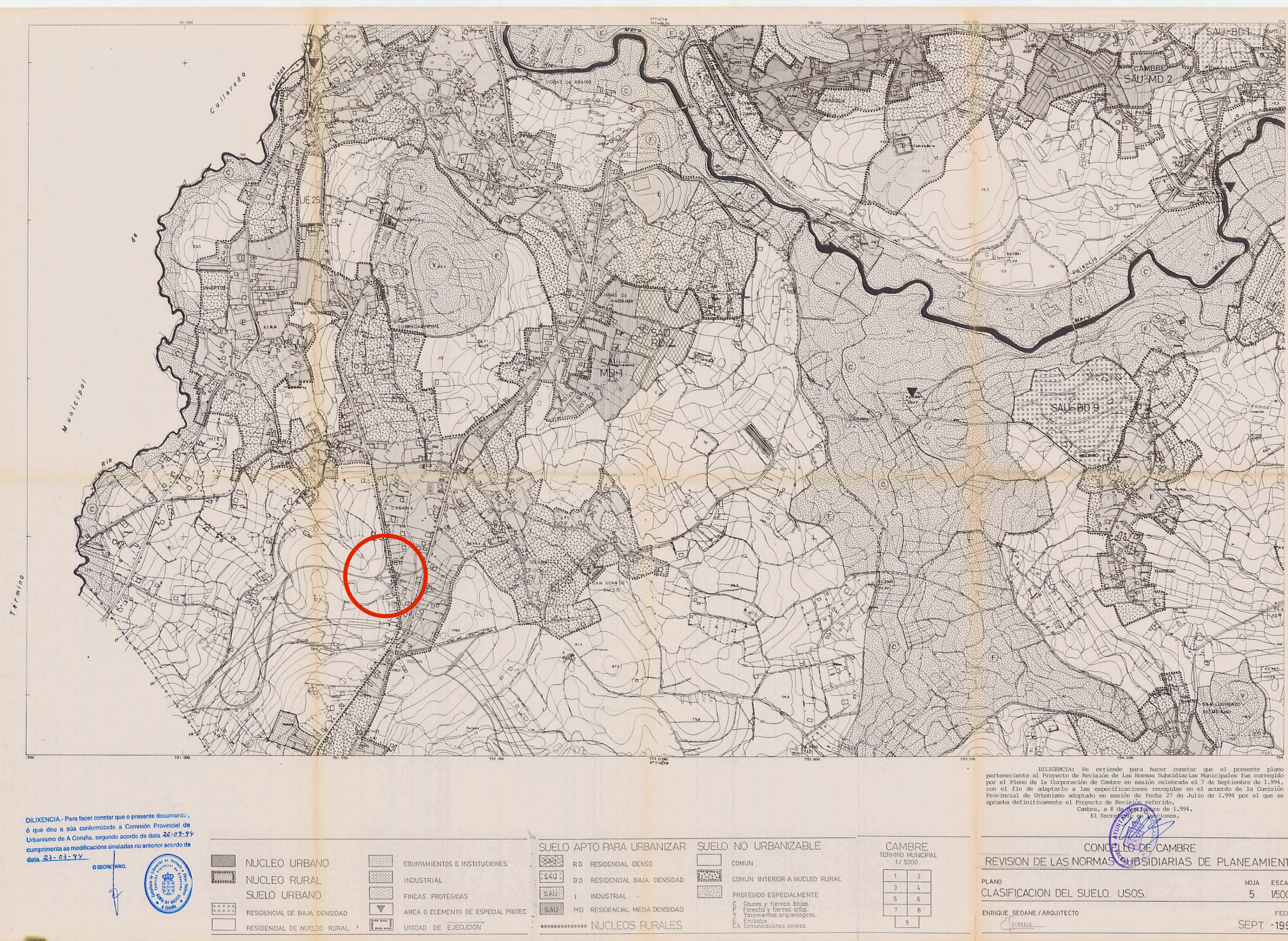
El Ayuntamiento de Cambre lleva años desarrollando su Plan General de Ordenación Municipal, todavía en estado de tramitación, pero que ha sido consultado con la finalidad de completar la descripción actual de los usos del suelo en la zona de la actuación, ya que incluye un plano más detallado de los usos actuales, como se muestra a continuación:



Nuevamente, se confirma que el suelo afectado por las alternativas presentadas es de clase rústico, salvo en el caso de elevar el eje de la N-550 sobre la glorieta actual, lo que hace necesario ampliar los ramales de la misma, afectando en la margen derecha a suelo calificado como urbano.



APÉNDICE I: CLASIFICACIÓN DEL SUELO. USOS.





ANEJO Nº 3: TRÁFICO



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ESTACIONES DE DATOS Y AFOROS

3.- IMD ACTUAL Y PROGNOSIS DEL TRÁFICO EN AÑO HORIZONTE

3.1.- TASA DE CRECIMIENTO ANUAL

3.2.- IMD ACTUAL (2015)

3.3.- PROGNOSIS DE TRÁFICO

3.3.1.- AÑO HORIZONTE

3.3.2.- PROGNOSIS DE TRÁFICO EN AÑO HORIZONTE

1.- INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo conocer la categoría de tráfico para la cual debe proyectarse la intersección entre la N-550, el enlace con la A-6 y la DP-1702. Se analizarán las características de dichas vías, tanto las características del tráfico actual como su evolución.

El dato básico para la realización de cualquier estudio de planeamiento, proyecto y explotación de las redes viarias es la intensidad de circulación, más concretamente la intensidad media diaria (IMD) y particularmente la de vehículos pesados, ya que son éstos los que producen el agotamiento del firme. Para conocer la IMD es necesario contar o aforar el número de vehículos que pasan por determinadas secciones de la red.

Es importante destacar la falta de aforos reales en la zona del anteproyecto, únicamente se disponen de éstos en la N-550 (antes y después de la intersección). Debido al carácter académico del estudio y a la falta de medios, se realizará un conteo manual y por comparación con los aforos reales disponibles se obtendrá una estimación de las intensidades correspondientes a la DP-1702 y al enlace con la A-6.

2.- ESTACIONES DE DATOS Y AFOROS

Como se ha mencionado anteriormente, los únicos aforos reales de los que disponemos son los correspondientes a la N-550, publicados en el Mapa de Tráfico correspondiente a la provincia de La Coruña del Ministerio de Fomento (datos del año 2013).

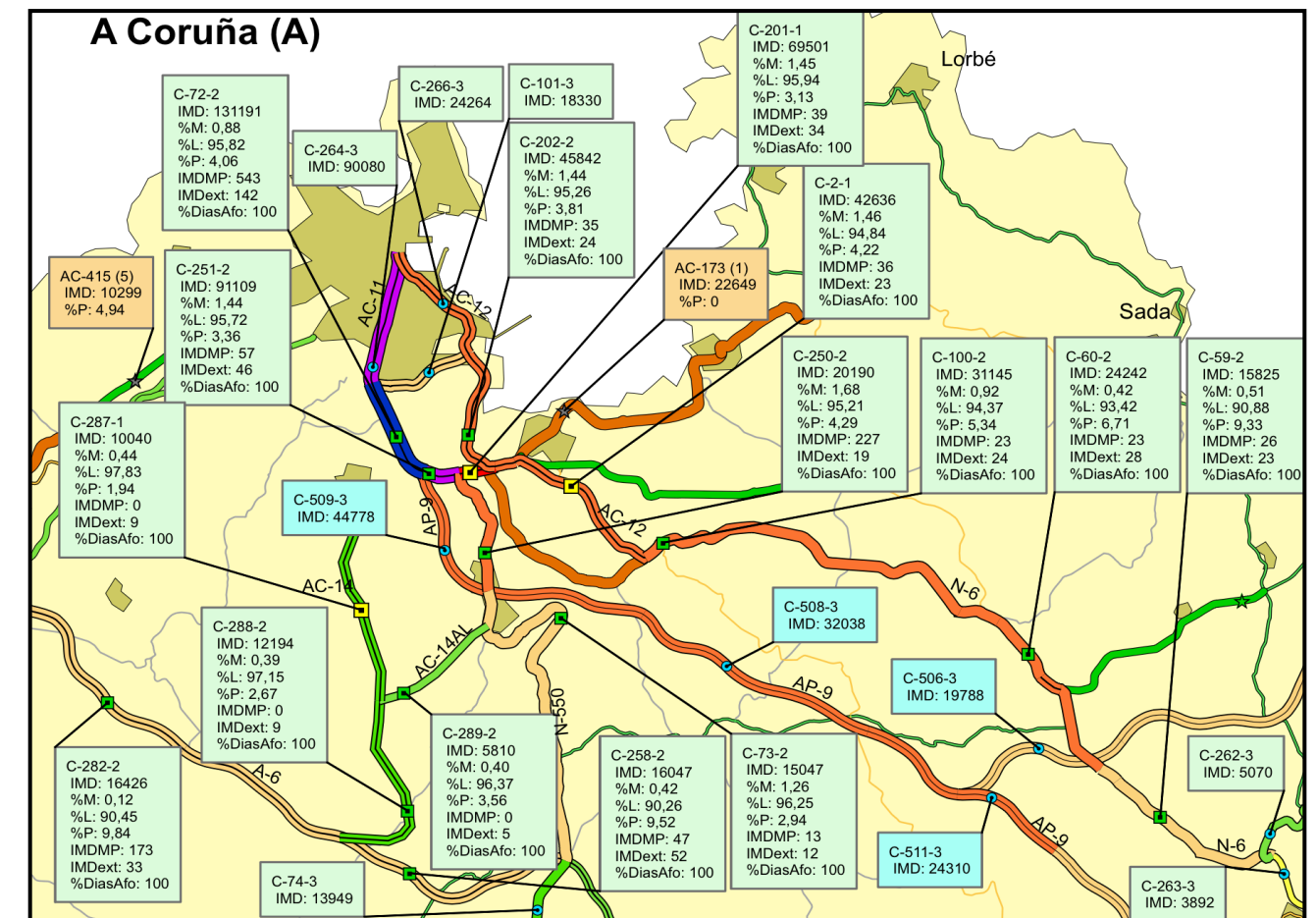
Las estaciones de aforo utilizadas para el presente estudio son las siguientes:

- C-73-2: N-550, PK: 7,70 (Alvedro)
- C-74-3: N-550, PK: 12,60

Dichas estaciones permitirán obtener una estimación de la IMD tanto en la DP-1702 como en el enlace con la A-6 por comparación con los datos del conteo manual llevado a cabo.

Los datos más recientes registrados por las estaciones mencionadas de los que se dispone se corresponden con el año 2013 y son los siguientes:

ESTACIÓN	IMD	IMD PESADOS	% P
C-73-2	15.047	374	2,49
C-74-3	13.949	1.244	8,92



Fragmento Mapa de Tráfico Provincia de La Coruña, año 2013 (Ministerio de Fomento)

3.- IMD ACTUAL Y PROGNOSIS DEL TRÁFICO EN AÑO HORIZONTE

3.1.- TASA DE CRECIMIENTO ANUAL

Según lo establecido en la "Instrucción sobre las Medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas" del Ministerio de Fomento y aprobado por la Orden FOM/3317/2010 de 17 de diciembre, se considerará un incremento anual acumulativo como el que se expone en la siguiente tabla:

Período	Incremento anual acumulativo
2010 - 2012	1,08%
2013 - 2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

3.2.- IMD ACTUAL (2015)

Para obtener la IMD actual en las vías que confluyen en la zona de proyecto se va a partir de los datos aforados en la N-550 durante el año 2013.

Utilizando los incrementos de tráfico recomendados en la “Instrucción sobre las Medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas” del Ministerio de Fomento se obtendrá la IMD de la N-550 en el presente año, mediante la siguiente expresión:

$$IMD_x = IMD_y * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^{y-x}$$

Siendo r el incremento anual acumulativo.

Seguidamente, haciendo uso de los datos recogidos en el conteo manual, estimaremos la IMD tanto de la DP-1702 como del enlace con la A-6 intentando que la aproximación a la realidad sea la máxima posible.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la IMD actual en las vías objeto de este estudio (se supondrá que el porcentaje de vehículos pesados no varía):

PUNTO DE AFORO	IMD	IMD PESADOS	% P
N-550 (La Coruña - A Rocha)	15.386	383	2,49
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	14.264	1.272	8,92
Enlace A-6	10.282	956	9,30
DP-1702	6.989	482	6,90

3.3.- PROGNOSIS DE TRÁFICO

Una vez caracterizada la situación actual será necesario determinar el tráfico que soportará cada una de las vías en el futuro, es decir, en el año horizonte. Este análisis es esencial para la realización de un correcto dimensionamiento de las vías y de la nueva intersección.

Será necesario que estas previsiones de la demanda de tráfico tengan una precisión elevada, en este sentido hay que tener en cuenta que a mayor plazo de prognosis mayor será el margen de error.

3.3.1.- AÑO HORIZONTE

Se considerará que el año horizonte está situado 20 años después de entrada en servicio tal y como indica la Norma 3.1-I.C. De este modo se considera una entrada en servicio en el año 2018 y el año horizonte será por lo tanto el 2038.

3.3.2.- PROGNOSIS DE TRÁFICO EN AÑO HORIZONTE

Una vez definidos el año horizonte y la tasa de crecimiento anual se determinará la Intensidad Media Diaria en el año horizonte de proyecto mediante la misma expresión utilizada anteriormente.

El crecimiento es del 1,12% hasta el 2016, y del 1,44% del 2017 en adelante. Con estos datos y con la IMD en el año 2015 obtenemos los siguientes resultados:

AÑO 2018 (entrada en servicio)			
PUNTO DE AFORO	IMD	IMD PESADOS	% P
N-550 (La Coruña - A Rocha)	16.010	399	2,49
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	14.842	1.324	8,92
Enlace A-6	10.698	995	9,30
DP-1702	7.272	502	6,90

AÑO 2038			
PUNTO DE AFORO	IMD	IMD PESADOS	% P
N-550 (La Coruña - A Rocha)	21.310	531	2,49
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	19755	1.762	8,92
Enlace A-6	14.239	1.324	9,30
DP-1702	9.679	668	6,90



ANEJO Nº 4: ESTUDIO AMBIENTAL



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- MARCO LEGAL

3.- MEDIO FÍSICO

3.1.- CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA

3.2.- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

3.3.- HIDROGEOLOGÍA

3.4.- PAISAJE

3.5.- FLORA

3.6.- FAUNA

4.- MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.1.- DEMOGRAFÍA

4.2.- SOCIECONOMÍA

5.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.1.- ATMÓSFERA

5.2.- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.3.- HIDROGEOLOGÍA

5.4.- FLORA

5.5.- FAUNA

5.6.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

5.7.- IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

5.8.- IMPACTO SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL

6.- PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

5.1.- PROTECCIÓN DE LOS SUELOS Y VEGETACIÓN

5.2.- PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES

5.3.- PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

5.4.- PROTECCIÓN FRENTE A LAS EMISIONES ACÚSTICAS

5.5.- PROTECCIÓN DE LA FAUNA

5.6.- MEDIO SOCIOECONÓMICO



1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la realización de un breve estudio que permita definir las posibles afecciones e impactos causados por las obras comprendidas en el presente anteproyecto, y así poder determinar las medidas necesarias para prevenir y en su caso corregir esas posibles afecciones. De este modo se podrá minimizar en lo posible, el impacto ambiental que esta actuación causa en su entorno.

2.- MARCO LEGAL

Normativa europea

- Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Normativa nacional

- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 21/2013 de 9 de Diciembre de Evaluación Ambiental.

Normativa autonómica

- Ley 1/95 de Protección Ambiental de Galicia.

3.- MEDIO FÍSICO

La complejidad y heterogeneidad del medio físico obliga a una estructuración por factores ambientales con el objeto de conseguir una mejor descripción global. Así, se ha dividido el medio físico en el conjunto formado por los siguientes factores ambientales:

- Medio abiótico: climatología y meteorología, geología y geomorfología, hidrogeología y paisaje.
- Medio biótico: flora y fauna

3.1.- CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA

En la zona de estudio se da un clima templado-húmedo típico del litoral atlántico de Galicia, donde los procesos de alteración química se verifican con relativa intensidad, mientras que los fenómenos de erosión física, tales como acción de heladas, insolación, etc. actúan débilmente. La humedad es intensa con pequeñas variaciones de la temperatura, lo que favorece la descomposición de la materia y la rápida formación de suelos de alteración.

Precipitaciones

La pluviosidad de la zona es muy elevada, alcanzando la categoría de “muy lluviosa”. Entre los años 1971 y 2000 se registró una precipitación anual media en torno a los 1000 mm, repartidas entre 140 días de lluvia al año. Los chubascos no son violentos, por lo que los efectos de arrollada son muy pequeños.

Viento

La dirección predominante del viento es Norte y Noreste, con rachas máximas de 90 a 100 km/h durante los primeros y últimos meses del año. Durante el resto del año y en las otras direcciones el viento se mantiene entre flojo y moderado.

Temperatura

La temperatura media anual oscila entre 14° y 16°C, con mínimas absolutas que pueden llegar a los 0°C y máximas que oscilan entre los 25° y los 40°C.

Humedad relativa media

Oscila entre un 70 y un 80%.

3.2.- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio se encuentra dentro de la zona paleontológica de Galicia Media-Tras os Montes de Matte, con una estratigrafía correspondiente a la Serie de Órdenes, constituida fundamentalmente por esquistos, cuarzo-esquistos y metagrauvacas, en una sucesión con niveles turbidíticos en facies proximales. La Serie de Órdenes aparece muy alterada en superficie formando suelos muy potentes, que pueden ser de hasta unos dos metros de espesor.

Predominan las rocas metamórficas con una historia geológica que se remonta al Precámbrico.



3.3.- HIDROGEOLOGÍA

Se agrupan aquí los esquistos del Complejo de Órdenes, de los que cabe destacar su permeabilidad primaria prácticamente nula, y dado que se alteran a materiales detríticos finos, mayoritariamente arcillosos, su permeabilidad secundaria es bastante baja. En consecuencia, las aguas subterráneas en estos materiales se limitan a escasas profundidades, en las zonas de mayor meteorización superficial y a favor de la pendiente topográfica, siempre con caudales muy escasos.

3.4.- PAISAJE

El paisaje del territorio estudiado se caracteriza por la alternancia de masas boscosas, praderíos y pequeños núcleos rurales que dotan de su especial idiosincrasia a la campiña minifundista gallega. En las zonas de degradación del bosque o abandono de prados se desarrollan superficies de matorral, y debido a las características del clima gallego, predominan en el paisaje los tonos verdes durante la práctica totalidad del año, amarilleciendo los prados en los años muy secos, todo ello enmarcado en un relieve cuya morfología varía entre alomada y montañosa.

Las masas forestales varían desde la homogeneidad de poblaciones recientes con pino resinero en las que se aprecia con facilidad el patrón de la plantación a la variada distribución espacial de las escasas masas boscosas de frondosas autóctonas que aún quedan. En la práctica es difícil encontrar bosques en su estado natural, dada la fuerte presencia de actividad humana e intensa explotación maderera a la que se ha sometido el territorio.

Por otra parte, el mosaico de praderíos en pequeñas parcelas separadas por setos y cercas de piedra y vegetación imprimen una nota de antropización de tipo tradicional que, cuando convive con masas de arbolado bien desarrolladas entremezclándose de una forma irregular y con fronteras nítidas pero no rectilíneas configuran una escena de alta calidad visual por su armonía y equilibrio entre lo natural y lo humano. No obstante, cuando las infraestructuras y construcciones artificiales aumentan su tamaño y adquieren textura, formas y líneas o coloridos discordantes con los naturales, rompiendo la rugosidad, sinuosidad e irregularidad inherente a los mismos, inciden sobre el paisaje disminuyendo su carácter de serenidad y equilibrio.

3.5.- FLORA

La vegetación observada en la zona de estudio puede ser agrupada en:

Matorral

Constituido por tojar (*Ulex sp.*), brezal (*Erica*, *Calluna*, *Daboecia*,...) y xesteiras y piornales (*Cytisus*), derivan de la degradación del bosque clímax. Ocupan una importante extensión y su presencia se debe a la actuación antrópica (talas de árboles, incendios, pastoreo abusivo,...).

En una primera etapa está constituido por formaciones de Genistas (Xesteiras y Piornais) y en etapas de mayor degradación son matorrales de leguminosas espinosas, Cistáceas y Ericáceas (tojar o brezal).

Su recuperación hacia el llamado óptimo forestal no requiere etapas intermedias, resultando casi inmediata.

Prados y cultivos

Explotaciones agrícolas de carácter minifundista, presentándose un mosaico heterogéneo de prados y cultivos alternando con matorral y arbolado, conformando el paisaje tan típico del rural gallego.

Las praderas naturales están constituidas por especies adaptadas a suelos de baja y media fertilidad, con numerosas leguminosas, gramíneas y otros géneros.

3.6.- FAUNA

Se expone a continuación una lista con las especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles presentes en la zona:

Debido a la dispersión de los hábitats se debe reseñar que algunas de las especies que se citen pueden no estar representadas en algún momento en la zona.

Mamíferos

Vulpes Vulpes (zorro común)

Erinaceus Europaeus (erizo común)

Oryctolagus cuniculus (conejo de monte)

Microtus agrestes

Apodemus sylvaticus (ratón de campo)

Mus Musculus (ratón de campo)

Rhinolophus hipposideros (murciélago pequeño de herradura)

Rhinolophus ferrumequinum (murciélago grande de herradura)

Sus Scrofa (jabalí)

Aves

Alectoris rufa (perdiz roja)



Coturnix coturnix (codorniz)

Upupa epops (abubila)

Troglodytes troglodytes (chochín)

Passer domesticus (gorrión)

Phoenicurus ochruros (colirrojo tizón)

Erithacus rubecula (petirrojo)

Turdus merula (mirlo común)

Turdus ilacus (zorzal alirrojo)

Turdus philomelos (zorzal común)

Fringilla coelebs (pizón vulgar)

Pyrrhula pyrrhula (camachuelo común)

Carduelis chloris (verderón común)

Carduelis spinus (lúgano).

Anfibios

Bufo Bufo (sapo común)

Bufo calamita (sapo corredor)

Triturus cristatus (tritón palmeado)

Rana ibérica (rana pasilarga)

Chioglossa lusitanica (salamandra rabilarga)

Rana perezi (rana común)

Reptiles

Anguis fragilis (Lución)

Lacerta lepida (lagarto ocelado)

Lacerta schreiberi (lagarto verdinegro)

Malpion monpessulanus (culebra bastarda)

Natrix natrix (culebra de collar)

Coronella austriaca (culebra lisa europea)

4.- MEDIO SOCIOECONÓMICO

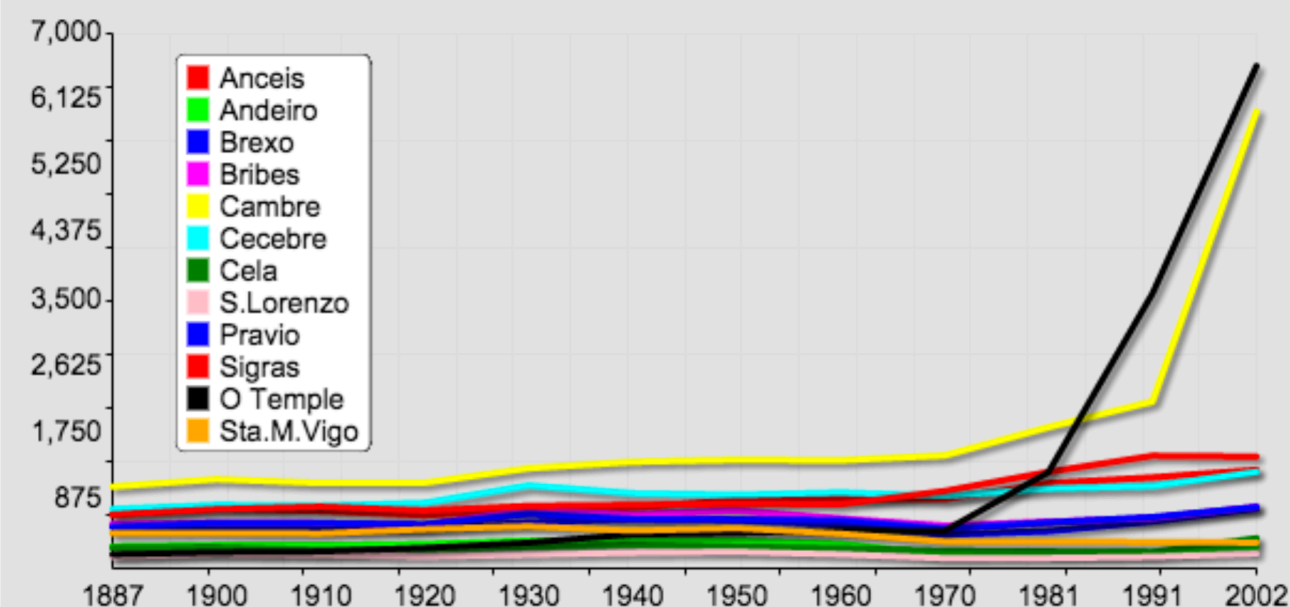
4.1.- DEMOGRAFÍA

La población actual es de 24.361 habitantes (junio 2015, pendiente de aprobación por el INE) agrupados en asentamientos básicos de convivencia (las parroquias), los cuales al mismo tiempo se distribuyen en más de 120 núcleos de población denominados aldeas o lugares.

La superficie total del municipio es de 41 km². El crecimiento poblacional mantiene unas características positivas y bastante equilibradas.

La densidad de población es variable según la parroquia, con una densidad de 590 habitantes por Km² y una media de edad de 41,7 años. Gran parte de la población se desplaza a la ciudad de A Coruña para sus actividades laborales.

Evolución de la población por parroquias



Como se puede apreciar, existe una concentración de la población en dos parroquias: O Temple y Cambre, englobando entre las dos el 64% del total. Del resto únicamente Anceis, Cecebre y Sigras sobrepasan los 1.000 habitantes, concentrando entre las tres casi el 19% de la población del Municipio, las demás parroquias se reparten el 17% restante.

Hay que tener en cuenta el hecho de que a excepción de las dos principales parroquias mencionadas que constituyen zonas urbanas, las restantes tienen un marcado carácter rural que se acentúa en las parroquias con menor población.



4.2.- SOCIOECONOMÍA

En el ámbito de estudio el sector servicios es el que mayor peso tiene, seguido de la construcción y la industria. La distribución de los sectores económicos en Cambre es la siguiente:

- Agricultura: 1,3%
- Industria: 16,3%
- Construcción: 19,8%
- Servicios: 62,6%

5.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Se realiza de forma somera un análisis de los principales impactos que pueden provocarse sobre el medio ambiente.

5.1.- ATMÓSFERA

La contaminación atmosférica se produce por emisión de gases y polvo a la atmósfera donde hay que tener en cuenta los distintos contaminantes (CO_2 , NO_x , etc.), la concentración de éstos, y la cantidad de partículas emitidas a la atmósfera. La contaminación por gases y partículas se producirá únicamente durante la fase de construcción de la infraestructura.

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta es el impacto que se producirá sobre las poblaciones humanas y la comunidad faunística debido al incremento de las emisiones acústicas durante la construcción.

5.2.- GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La extracción y depósito de materiales puede producir un cambio radical en la configuración morfológica del terreno debido a la modificación de pendientes y la continuidad del relieve.

Estos efectos se producen principalmente como consecuencia de los movimientos de tierra, la creación de préstamos y vertederos, y de taludes y desmontes necesarios para encajar el nuevo trazado en la topografía del terreno.

5.3.- HIDROGEOLOGÍA

El principal impacto que la infraestructura lineal puede provocar es el efecto barrera que da lugar a la alteración hídrica de los flujos o corrientes superficiales y subterráneos.

Además podría darse la posibilidad de que se produjeran afecciones de tipo indirecto a consecuencia de arrastres de tierras y/o otros materiales empleados en obra sobre las aguas superficiales, a través de fenómenos de escorrentía, si bien, es un supuesto de impacto ligado a la coincidencia de operaciones de obra con fenómenos de precipitación y/o deshielo para los que es posible y será necesario el diseño y la articulación de algún tipo de medida que, al menos en fase de obra, controle el fluir de las aguas de escorrentía por el ámbito de las obras e impida que éstas, por arrastres, acaben alterando la calidad de las aguas continentales.

5.4.- FLORA

El principal impacto sobre la vegetación puede ser la disminución de la producción vegetal debido al aumento de los niveles de polvo y producido por la compactación del suelo, se genera una alteración estructural que dificulta el desarrollo vegetal. Por último, como consecuencia del tránsito de maquinaria pesada y de las tareas propias de la construcción es relativamente frecuente que se produzcan daños sobre la vegetación en las inmediaciones de la obra. Son frecuentes las roturas de ramas en árboles y arbustos, el pisoteo de la vegetación herbácea o el vertido accidental de sustancias que afectan a su desarrollo.

5.5.- FAUNA

La ocupación de suelo y el desbroce de la vegetación, puede conllevar la pérdida de hábitat para las especies presentes, además pueden provocar la pérdida de puestas y camadas de determinadas especies por destrucción directa de los lugares de cría.

De esta forma, se puede provocar la huida de ciertas especies de los lugares en los que normalmente desarrollan sus actividades, sobre todo para aquellas más sensibles que no se adaptan bien a las modificaciones del hábitat, o bien se pueden provocar cambios en su comportamiento. Éstos pueden tener consecuencias de mayor gravedad si coinciden con las épocas de cortejo, cría o nidificación.

5.6.- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

La superficie directamente afectada por las obras no se encuentra integrada en parte alguna en ninguno de los Espacios Naturales Protegidos actualmente existentes, siendo el más próximo el embalse de Abegondo-Cecebre, considerado como un Lugar de Interés Comunitario y la Fraga de Cecebre, siendo un Área de Especial Protección Municipal.

5.7.- IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Durante la fase de construcción puede producirse un aumento de la demanda de mano de obra. No obstante, en esta fase se afectará a la población debido al incremento del ruido ambiental y por la alteración de los movimientos de tráfico rodado.



El impacto de mayor relevancia durante la explotación será principalmente la pérdida de suelo ocupado por la traza, que da lugar a expropiaciones de terrenos particulares

5.8.- IMPACTO SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL

La traza de la carretera no atraviesa ninguna zona clasificada como Patrimonio Cultural. Cabe destacar la cercanía del Camino Inglés, que discurre entre la N-550 y la DP-1702, pero que no se vería afectado por ninguna de las alternativas, como se puede ver en el Anejo nº1: Situación Actual.

6.- PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

6.1.- PROTECCIÓN DE LOS SUELOS Y VEGETACIÓN

Antes de comenzar el proceso de despeje y desbroce del área de actuación se debe llevar a cabo el jalonamiento de los siguientes elementos:

- Zona de ocupación estricta de la obra.
- Instalaciones Auxiliares a las obras.
- Viarios de obra.

Para el jalonamiento de estos elementos se utilizará una red, tipo malla de plástico de 1 m de altura de color anaranjado o bien cinta de obra colocada a 1 m de altura, la cual se retirará completamente una vez que terminen las obras.

Se debe planificar el acopio del volumen de tierras vegetales que es necesario retirar de la zona de obra, programando su mantenimiento adecuado durante el tiempo que sea necesario hasta su posterior reutilización en la regeneración de los suelos.

6.2.- PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES

Durante la gestión de las aguas residuales originadas en las zonas de instalaciones auxiliares y parques de maquinaria será necesario contar con la autorización del Organismo de Cuenca para proceder al vertido de éstas hacia la red fluvial.

Las aguas residuales procedentes de instalaciones auxiliares, de los servicios higiénicos y duchas que podrían instalarse para dar servicio al personal de obra deberán someterse a un tratamiento químico antes de su reversión al medio, asegurando a lo largo de las obras el correcto funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones necesarias para tal fin.

Se evitará el paso de maquinaria, almacenamiento de materiales, residuos y tierra vegetal en el entorno de las redes de escorrentía interceptadas por las obras, salvo en situaciones imprescindibles como la implementación de drenajes transversales. Es necesario

llevar a cabo un control del movimiento de tierras cuando éste se lleve a cabo en las inmediaciones de dichas redes, comprobando que no se realizan depósitos de materiales o afecciones innecesarias en una distancia mínima de 10 metros a cada lado del cruce con la red de escorrentía.

Además, el aporte de finos a la red de escorrentía derivado del movimiento de tierras se reducirá por medio de la construcción de cunetas de guarda longitudinales a pie de la ocupación de los accesos, completado con la construcción de filtros de superficie. Es recomendable realizar los movimientos de tierras fuera de los períodos lluviosos, suspendiéndose los trabajos en caso de fuertes lluvias, procurando la revegetación inmediata de aquellas superficies que presenten riesgo de erosión.

6.3.- PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

El incremento localizado de partículas en suspensión y su acumulación sobre la vegetación próxima a la actuación se paliará mediante riegos con agua para la estabilización del polvo. Estos riegos se realizarán con mangueras y/o tractores-cuba sobre las superficies afectadas por los movimientos de tierras y otros materiales que puedan emitir partículas de polvo, contando con la disponibilidad permanente de un camión cisterna o tractores-cuba.

También se efectuarán riegos de agua en zonas expuestas al viento, montones de tierra y zonas de frecuente circulación de maquinaria.

Es importante evitar o minimizar la dispersión de finos y partículas durante el proceso de transporte de los materiales. Para ello, los camiones contarán con sistemas de protección (cubierta del volquete tipo toldo u otras) recubriendo los materiales principalmente en su transporte fuera de los límites de ejecución y cuando el trayecto se realice en las cercanías de zonas habitadas.

En el caso de que los vehículos carezcan de las citadas medidas protectoras se adoptarán otro tipo de medidas contra la emisión de partículas, como el riego de la carga de forma previa al inicio del transporte, junto con la limpieza periódica de los vehículos.

Igualmente se realizará un control de las emisiones gaseosas producidas por la maquinaria durante la fase de construcción para evitar la contaminación por las emisiones de los gases de escape.

Para complementar estas medidas tomadas directamente sobre los vehículos, se realizará la limpieza periódica de los viarios utilizados para el transporte, al menos en los puntos de entronque de éstos con la zona de obras.

6.4.- PROTECCIÓN FRENTE A LAS EMISIONES ACÚSTICAS

Se adoptarán las siguientes medidas generales:



- Asegurar la correcta aplicación de estas medidas durante el curso de las obras con un plan continuado de información y concienciación del personal empleado.
- Revisión de todos los equipos utilizados en las obras durante el tiempo de ejecución de las mismas.

Medidas a adoptar en las operaciones de carga y descarga:

- Vertido de tierras desde la menor altura posible.
- Programación de las actividades de forma que se eviten situaciones en que la acción conjunta de varios equipos o acciones cause niveles de ruidos elevados durante periodos prolongados de tiempo y/o durante la noche.

Medidas a adoptar en los movimientos de la maquinaria y del personal de obra:

- Toda la maquinaria de obras públicas utilizada en los trabajos habrá pasado las Inspecciones técnicas correspondientes (ITV).
- Antes del inicio de las obras se informará detalladamente a los operarios de las medidas a tomar para minimizar las emisiones sonoras.
- Los conductores de vehículos y maquinaria de obra adecuarán, en la medida de lo posible, la velocidad de los vehículos.

6.5.- PROTECCIÓN DE LA FAUNA

Se aplicarán medidas protectoras sobre los factores ambientales definitorios de los hábitats faunísticos destinadas a minimizar la incidencia de las obras sobre la fauna territorial. Estas medidas e corresponden con las ya definidas para cada uno de dichos factos (atmósfera, ruidos, suelos, aguas, etc.).

Se deberá intentar que la realización de las obras se realice fuera de la época de reproducción de los grandes grupos faunísticos.

6.6.- MEDIO SOCIOECONÓMICO

Medidas a aplicar:

- Correcta señalización de aviso de obras y del viario alternativo, de forma que sea posible evitar trastornos en la circulación generados por las actividades constructivas y la presencia de maquinaria pesada, durante la fase de construcción.

- Utilización preferente de la mano de obra local.
- Utilización preferente de los recursos materiales ofrecidos por el medio inmediato a la obra.
- Utilización preferente de los materiales de construcción manufacturados en el entorno comarcal.
- Establecimiento de mecanismos diseñados para informar a los habitantes de los municipios afectados por las obras de: naturaleza de las obras, alcance, objetivos, etc.
- Maximizar la realización de los trabajos de movimientos de tierra y transporte de materiales en condiciones atmosféricas favorables, evitando trabajar con vientos fuertes durante períodos secos, para evitar afecciones en las vías respiratorias, pérdida de valor de las cosechas y calidad estética del entorno.
- Riegos mediante mangueras y/o camiones-cuba, de las zonas afectadas por los movimientos de tierra, prestando especial interés a las zonas de carga y descarga de las tierras y otros materiales que puedan provocar emisiones de polvo.
- Maximizar el recubrimiento de las materias a transportar mediante lonas, transportes cerrados, u otros métodos; principalmente cuando el trayecto se realice en las cercanías de zonas habitadas y/o cuando el transporte del material traspase los límites de la superficie de ejecución.
- Restauración del viario rural utilizado en el marco de las obras.



ANEJO Nº 5: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1.- IMPORTANCIA DE LAS VÍAS

2.2.- PROBLEMÁTICA DE LA INTERSECCIÓN

2.3.- ANÁLISIS DEL TRÁFICO

2.4.- PLANEAMIENTO

3.- OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

4.- CRITERIOS DE DISEÑO

4.1.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

4.2.- TRAZADO

4.2.1.- TRAZADO EN PLANTA

4.2.2.- TRAZADO EN ALZADO

4.2.3.- SECCIÓN TRANSVERSAL

5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

5.1.- ALTERNATIVA 1

5.2.- ALTERNATIVA 2

5.3.- ALTERNATIVA 3

6.- SISTEMA DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.1.- ECONÓMICO-FINANCIERO

6.2.- TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

6.3.- IMPACTO AMBIENTAL

7.- EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

7.1.- CRITERIO ECONÓMICO-FINANCIERO

7.2.- CRITERIO DE TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

7.3.- CRITERIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8.- ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

APÉNDICE I: MOVIMIENTO DE TIERRAS

APÉNDICE II: ESTADO DE ALINEACIONES

APÉNDICE III: ESTADO DE RASANTES

APÉNDICE IV: PLANOS

APÉNDICE V: LISTADOS DE PRECIOS

APÉNDICE VI: PRESUPUESTOS

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se analizará la problemática existente en la actual intersección entre la N-550, la A-6 y la DP-1702 en A Rocha (Cambre) y se justificará la necesidad de la redacción del anteproyecto.

Se van a plantear diferentes alternativas que serán evaluadas conforme a los condicionantes que determinan el proyecto y en base a los cuales se valorará cada alternativa, para finalmente elegir la mejor de ellas mediante un análisis Multicriterio. Se optará por la propuesta que satisfaga en mayor medida las necesidades, adaptándose lo mejor posible a dichos condicionantes.

2.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el Anejo nº1: Situación Actual se recoge un análisis detallado de las condiciones actuales de la intersección objeto de estudio. En este apartado se resume brevemente las características de la intersección, para posteriormente realizar el estudio de alternativas y valorarlas en sus justos términos de acuerdo con los criterios de valoración.



2.1.- IMPORTANCIA DE LAS VÍAS

La confluencia de la N-550, la A-6 y la DP-1702 en esta intersección implica un alto grado de accesibilidad para los vecinos de Cambre, para los que es de gran importancia la movilidad por trabajo.

La A-6 permite llegar hasta Ledoño saliendo a la AC-523, tomar la AC-14 dirección Aeropuerto y Zapateira o seguirla hasta llegar a Arteixo. La N-550 permite llegar hasta La Coruña siguiendo en dirección Norte, pasando por O Burgo y Vilaboa, o tomarla en dirección Santiago de Compostela, pasando por Altamira y Carral. Finalmente la DP-1702 comunica la intersección objeto de estudio con Cambre, permitiendo desviarse hacia O Burgo a través de la AC-213 en Os Campóns.

2.2.- PROBLEMÁTICA DE LA INTERSECCIÓN

La glorieta partida que resuelve la intersección en la actualidad presenta diversos problemas. Entre ellos cabe destacar la escasa capacidad de la misma, sobre todo en la semiglorieta oriental, debido a la asimetría que presenta en planta. Este hecho provoca fuertes congestiones durante las horas punta, debido a la gran intensidad de vehículos que presentan las tres vías.

Por otra parte, se lleva denunciando durante tiempo el elevado número de accidentes que se dan en la intersección, sobre todo en la entrada Sur, donde los vehículos a menudo vienen sobrepasando el límite de velocidad, cruzan la A-6 a través del paso superior en curva, y se encuentran con otro u otros vehículos detenidos en el semáforo, en medio de una pendiente de alrededor del 8%.

Además, en una vía prioritaria como la N-550 resulta problemático encontrarse un semáforo después de una curva con visibilidad reducida, tratándose de una vía de largo recorrido y con una IMD elevada como es el caso.

2.3.- ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Tal y como se refleja en el anejo correspondiente al Estudio de Tráfico, se han utilizado los aforos existentes en la N-550, y mediante la realización de un conteo manual se ha estimado la IMD tanto del enlace a la A-6 como de la DP-1702, datos que se resumen en la tabla siguiente:

PUNTO DE AFORO	IMD	IMD PESADOS	% P
N-550 (La Coruña - A Rocha)	15.386	383	2,49
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	14.264	1.272	8,92
Enlace A-6	10.282	956	9,30
DP-1702	6.989	482	6,90



2.4.- PLANEAMIENTO

En la actualidad continúan vigentes las Normas Subsidiarias de Planeamiento del Ayuntamiento de Cambre del año 1994, junto con las posteriores modificaciones puntuales en los años 1995, 1996, 1997 y 1998.

En las alternativas propuestas en este proyecto los terrenos afectados se identifican de acuerdo al planeamiento mencionado anteriormente en suelos Rústico y Urbano de Núcleo Rural.

Todos los suelos afectados por las obras son de clase Rústico, salvo en la construcción de un paso superior sobre la glorieta actual, que se verían afectados suelos Urbanos, únicamente en la ampliación de los ramales de entrada y salida orientales.

3.- OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

Los principales objetivos a cumplir en este proyecto son los relacionados con la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles, así como el aumento de la calidad de vida de los vecinos residentes en la zona.

Los objetivos a cumplir en materia de tráfico son:

- Eliminar las congestiones que se producen en la intersección.
- Agilizar los movimientos de los vehículos, reduciendo tiempos de espera en el cruce.
- Mejora de la seguridad vial.

Los objetivos a cumplir en materia paisajística y ambiental son:

- Maximizar la integración de la obra en el entorno.
- Reducir los niveles de contaminación acústica de la zona.

Otros objetivos a tener en cuenta:

- Mantener (y mejorar) la capacidad de circulación peatonal existente en la zona.
- Aumentar la calidad de vida de los residentes en las cercanías.

4.- CRITERIOS DE DISEÑO

En este apartado se definen aquellas limitaciones que deberán ser respetadas, independientemente de la solución elegida.

4.1.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para el diseño de las alternativas se han tenido en cuenta tanto las limitaciones como las recomendaciones especificadas fundamentalmente en los siguientes documentos:

- Norma 3.1 - IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras. (Ministerio de Fomento 1999)
- Instrucción de accesos en las carreteras convencionales de titularidad de la comunidad autónoma de Galicia
- Recomendaciones para el Proyecto de enlaces de la Dirección General de Carreteras.
- Recomendaciones sobre glorietas. Ministerio de Fomento, 1999.

4.2.- TRAZADO

La velocidad límite de la carretera en la zona de estudio es de 50 km/h, debido a la presencia de viviendas y a la presencia de la glorieta. Además, antes del paso superior sobre la A-6 se limita la velocidad a 50 km/h y una vez pasada la glorieta en dirección La Coruña por la N-550, la velocidad límite se mantiene en ese valor durante un tramo mucho más largo que el que se pretende mejorar en este anteproyecto, por lo que se proyectará el nuevo enlace para una velocidad de proyecto de 50 km/h en el tronco principal, y de 40 km/h en los ramales.

4.2.1.- TRAZADO EN PLANTA

Para el trazado en planta se establecen unos radios mínimos de curvatura según la velocidad de proyecto, a la vez que unas distancias mínimas entre dos alineaciones curvas, según estas sean en forma de S o no.

Para una carretera convencional con velocidad de proyecto 50 km/h estos valores son:

- Radio mínimo: 85 m
- Longitud mínima en recta, S: 69 m
- Longitud mínima recta resto de casos: 139 m
- Longitud máxima en recta: 835 m

En los ramales, donde la velocidad de proyecto es de 40 km/h, los radios se podrán reducir hasta 50 m.



4.2.2.- TRAZADO EN ALZADO

El valor máximo de inclinación de la rasante será del 7%, pudiéndose llegar a una pendiente excepcional del 10%, cuando la velocidad de proyecto sea de 40 km/h.

Si la velocidad de proyecto es de 60 km/h, la inclinación máxima de la rasante se verá reducida al 6%, pudiendo alcanzarse excepcionalmente el 8%.

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico (IMD < 3000).

4.2.3.- SECCIÓN TRANSVERSAL

- Gálibo: Altura libre mínima $\geq 5,30$ metros.
- Anchura del carril: anchura mínima de 3,5 metros en todos los carriles de los viales proyectados, siendo de 4 metros para los carriles de las glorietas.
- Arcén interior: 1 metro en los ramales y 0,5 m en las glorietas.
- Arcén exterior: 1,5 metros en el tronco principal, 2,5 metros en los ramales y 0,5 m en las glorietas.

5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Partiendo de la intersección actual que se resuelve mediante una glorieta partida semaforizada, se estudiarán tres alternativas diferentes con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en el punto 3 del presente anejo. Se estudiará la posibilidad de mejorar la circulación mediante un paso superior sobre la glorieta actual que eleve el eje de la N-550 o mediante un nuevo trazado de la N-550 que permita resolver la intersección con una glorieta desnivelada de mayor tamaño o una glorieta doble desnivelada.

5.1.- ALTERNATIVA 1

La solución propuesta consiste en un enlace tipo diamante con pesas, desviando el trazado de la N-550 hacia el Oeste para evitar las edificaciones existentes a lo largo del trazado actual. La glorieta actual, de 24 m de radio es aprovechada en el diseño del enlace, y se diseña otra glorieta de igual radio al Oeste del nuevo trazado, que tiene una longitud de 878 metros. Ambas glorietas presentan una sección con 2 carriles de 4 metros de ancho.

Se diseña un paso superior para resolver el cruce con la A-6 de 75 metros de longitud, con una sección con cuatro carriles de 3,5 m y arcenes de 2,5 m. Una vez se salva el paso sobre la A-6, dos de los carriles se desvían como ramales hacia ambas glorietas, y los dos carriles centrales continúan por el centro. Entre el pk 0+430 y el pk 0+470 se hace necesaria la ejecución de un paso elevado sobre el eje que conecta las pesas.

El tronco principal, cuya velocidad de proyecto es de 50 km/h presenta fuertes pendientes debido a la elevada diferencia de cota que existente entre ambos márgenes de la A-6 y a los requisitos de gálibo, llegando a alcanzar casi el 10% entre el pk 0+089,480 y el pk 0+235,069, lo que supone el valor excepcional contemplado por la norma, pero que debido al difícil relieve presente se considera justificado. Cabe destacar que el trazado actual ya supera la pendiente recomendada del 7%, a pesar de que las condiciones del terreno para el trazado en alzado son relativamente mejores, pues actualmente discurre por la parte más baja que presenta el terreno.

Una vez finalizado el tramo en viaducto se produce la unión del tronco de la N-550 con los ramales norte de las glorietas (a la altura del pk 0+600) hasta dar por finalizado el nuevo trazado en el pk 0+877,569 con una pendiente del 6% al norte de la intersección actual.

Los ramales presentan una velocidad de proyecto de 40 km/h, y pendientes que alcanzan el 10%.

De las tres alternativas es la que requiere un mayor movimiento de tierras, debido a ser la de mayor longitud y a que los ramales de enlace a las glorietas requieren longitudes mucho mayores.

5.2.- ALTERNATIVA 2

El diseño de esta alternativa consiste, al igual que la alternativa 1, en desviar el trazado de la N-550 para resolver la intersección con mas espacio, evitando las edificaciones existentes, con una longitud del nuevo trazado de 785 metros. El trazado en planta de la N-550, aunque es similar al de la alternativa 1, es más suave presentando radios mayores, debido a que se proyecta una única glorieta de 40 metros de radio desnivelada en la que el tronco principal pasa superiormente sobre ella, sin necesidad de unos ramales de incorporación y salida tan largos.

Nuevamente se hace necesaria la ejecución de un nuevo paso superior sobre la A-6, en este caso mediante un tramo en viaducto de 64 metros, con una sección de 4 carriles necesarios para cumplir con las longitudes mínimas de los carriles de aceleración y deceleración.

Tras el paso elevado, los ramales se separan del tronco principal hacia la glorieta, y el tronco de la N-550 pasa sobre la intersección, necesitando para ello la construcción de otro paso superior, en este caso de unos 129 metros de longitud, entre el pk 0+371 y el pk 0+500.

Respecto a la pendiente, de nuevo se alcanzan valores excepcionales del 10% para una velocidad de proyecto del 50 km/h en el eje de la N-550 y de 40 km/h en los ramales.

El movimiento de tierras es inferior al de la alternativa 3, pero sigue siendo mucho mayor que el de la alternativa 3, ya que, como se verá a continuación, en esta última se aprovecha el trazado existente de la N-550.



5.3.- ALTERNATIVA 3

El tipo de enlace es el mismo que en la alternativa 2. Sin embargo, se aprovecha el trazado actual de la N-550 y se eleva el eje de la N-550 sobre la glorieta existente, de modo que se eliminan los semáforos en la glorieta y se alivia mucho su tráfico mediante un paso elevado.

La longitud mínima requerida por los carriles y cuñas de incorporación y salida a la glorieta impide aprovechar el paso elevado existente sobre la A-6 (la distancia entre la glorieta y el puente es insuficiente), obligando al diseño de un nuevo paso superior que permita una sección con 4 carriles.

Todos los carriles presentan un ancho de 3,5 m con 2,5 metros de arcén, siendo de 4 m en la glorieta.

De este modo, la estructura sobre la A-6 presenta una longitud de 60 metros, con una sección de 4 carriles para pasar superiormente sobre la A-6 con los carriles de incorporación y salida. A continuación, se inicia un tramo entre muros, de modo que los carriles exteriores acceden a la glorieta, siguiendo el tronco principal sobre ella mediante un tramo en plataforma de unos 83 metros de longitud, comprendidos entre el pk 0+310 y el pk 0+393.

De las tres alternativas es la que menor pendientes presenta, no superando el 7% ni en el tronco principal ni en los ramales, por no ser tan desfavorables las condiciones del terreno.

El movimiento de tierras se reduce exclusivamente a la ampliación de las cuñas y carriles de acceso a la glorieta, siendo mucho menor comparado con el de las otras dos alternativas.

6.- SISTEMA DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se indican los criterios que se van a adoptar para la valoración de las alternativas propuestas y los pesos de ponderación asignados a cada uno de ellos, con el objetivo de estudiar la funcionalidad y viabilidad de cada una de ellas y así seleccionar la más adecuada.

6.1.- ECONÓMICO-FINANCIERO

Se realizará una valoración económica de las distintas alternativas, puesto que el criterio económico-financiero tiene una gran importancia a la hora de fijar prioridades y seleccionar las obras a realizar.

Analizaremos principalmente el coste de construcción, entendiendo que los costes de conservación y mantenimiento serán similares para todas las alternativas, de modo que no son determinantes para la valoración.

El peso de ponderación asignado a este criterio es del 40%.

6.2.- TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

El presente anteproyecto tiene como principal objetivo mejorar la circulación en la intersección de la N-550 con la A-6, de modo que este criterio tendrá un peso importante a la hora de valorar las distintas alternativas.

De este modo, se valorará la calidad de la circulación, analizando para ello la funcionalidad, comodidad y tiempo de paso de los vehículos, concluyendo cual de las tres alternativas conlleva una mayor mejora del tráfico.

El peso de ponderación de este criterio será de un 30%.

6.3.- IMPACTO AMBIENTAL

Valoraremos el impacto ambiental de las distintas alternativas en base a la integración y adecuación de cada una de ellas al entorno, apoyándonos complementariamente en parámetros subjetivos considerados oportunos por el proyectista.

Los principales parámetros para la valoración del impacto ambiental serán el movimiento de tierras requerido, la contaminación acústica y el efecto barrera, entre otros.

El peso de ponderación asignado a este criterio será de un 30%.

7.- EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Se valorarán las diferentes alternativas asignando un valor comprendido entre 1 y 10 a cada uno de los criterios descritos en el apartado anterior. Es importante que esta evaluación sea coherente, de modo que la mayor puntuación se asigne cuando las condiciones resulten ser lo más favorables posible.

7.1.- CRITERIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Las alternativas 1 y 2 son las que implican los mayores movimientos de tierras, aunque son mayores en la alternativa 1 que en la 2, debido a que el enlace en diamante con pesas requiere ramales más grandes, mucho mayores que los de la alternativa 3 que no requiere desviar el trazado de la N-550.

Lo mismo sucede con la estructura, como se puede ver en el apéndice de presupuestos las alternativas 1 y 2 implican un mayor coste. En este aspecto la alternativa 2 es la más cara, ya que además de suponer un nuevo trazado con su correspondiente coste, presenta una estructura más grande que la alternativa 1 por la necesidad de salvar con un paso elevado la glorieta, mientras que en la 1 únicamente se necesita un paso superior sobre el eje que conecta las pesas.



La alternativa 3, igual que la 2, necesita un paso elevado más largo para pasar la glorieta, pero el hecho de aprovechar el trazado actual de la N-550 hace que sea de nuevo la mas económica.

Estableciendo una puntuación de 10 puntos para un P.E.M. de 2.500.000 euros, y una puntuación de 1 punto para un presupuesto de 7.000.000 de euros, se puntúan las alternativas propuestas como se muestra en la tabla siguiente:

ALTERNATIVA	PUNTUACIÓN CRITERIO ECONÓMICO-FINANCIERO
Alternativa 1	5,55
Alternativa 2	5,05
Alternativa 3	8,24

7.2.- CRITERIO DE TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

En lo que respecta a este criterio, la alternativa 2 es la que proporciona un mejor resultado, por las mayores dimensiones de la glorieta que permiten una mayor capacidad y una menor duración de los movimientos en las horas punta.

No obstante, es de valorar el trazado más suave en alzado de la alternativa 3, que no induce pendientes tan elevadas ni acuerdos verticales tan reducidos.

La alternativa 1 es menos ventajosa que cualquiera de las otras dos, ya que su trazado es el más complicado y a que, lejos de suponer una mejora en el tráfico, implica movimientos mucho más largos y una mayor duración en el tiempo de los mismos.

Para poder valorar objetivamente las alternativas de acuerdo con el criterio de tráfico y funcionalidad vamos a valorar tres subcriterios:

- Pendiente máxima en el tronco: Asignando una puntuación de 4 puntos a una pendiente del 10% y de 10 puntos a una pendiente del 5% (teniendo en cuenta las dificultades del terreno).
- Radio mínimo de las curvas del tronco principal en alzado: Asignaremos una puntuación de 3 puntos al radio mínimo admisible (85 m) y de 10 puntos para un radio mínimo de 300 m.
- Capacidad del enlace: Dado que no se dispone de un estudio de comportamiento del tráfico en las diferentes alternativas, se valora a criterio del proyectista este subcriterio. Las alternativas 1 y 2 implican una mayor capacidad, pues la alternativa 3 dispone de una única glorieta de 24 metros, mientras que en la 1 hay dos glorietas de 24 m y en la 2 una glorieta de 40 m. Por lo tanto, se decide valorar con un 5 la funcionalidad de la alternativa 3, con un 7 la de la alternativa 1 y con un 8 la alternativa 2. Se decide

puntuar más alto la alternativa 2 dado que supone un menor número de movimientos y un menor tiempo de trayecto.

Los pesos de ponderación de los subcriterios se consideran del 33,3 %.

Teniendo en cuenta lo anterior, se resume la valoración e las alternativas en la siguiente tabla:

ALTERNATIVA	SUBCRITERIO	PUNTUACIÓN SUBCRITERIO	PUNTUACIÓN CRITERIO TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD
Alternativa 1	Pendiente máxima	4	5,37
	Radio mínimo	5,11	
	Capacidad	7	
Alternativa 2	Pendiente máxima	4	7,22
	Radio mínimo	9,67	
	Capacidad	8	
Alternativa 3	Pendiente máxima	7,5	5,79
	Radio mínimo	4,89	
	Capacidad	5	

7.3.- CRITERIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En un proyecto completo sería necesario realizar un estudio del impacto ambiental producido por las alternativas. Dado que se trata de un anteproyecto, únicamente se ha realizado un estudio de los factores ambientales que se verían afectados y la propuesta de medidas correctoras y preventivas, todo ello recogido en el Anejo nº 4: Estudio Ambiental.

Dado que no se dispone de una valoración objetiva, se valorarán las alternativas a criterio del proyectista, teniendo en cuenta, entre otros, el movimiento de tierras, el efecto barrera, la contaminación acústica y la cercanía a las edificaciones.

La alternativa 1 resulta ser la más ventajosa, pues es la que desplaza más la intersección y el tronco de la N-550 de las viviendas y demás edificaciones, asignándole una puntuación de 7 puntos sobre 10.

La alternativa 2 se valora con un 5, ya que requiere un movimiento de tierras cercano a la alternativa 1, pero el tronco de la N-550 y el carril de incorporación Norte discurren muy próximo a las viviendas.

La alternativa 3 es la que más afecta a las viviendas cercanas, factor clave a la hora de realizar esta valoración. No obstante, debido a que se verían afectada ambientalmente un área menor, se decide valorarla con 4,5 puntos.

Estas valoraciones se recogen en la siguiente tabla:

ALTERNATIVA	PUNTUACIÓN CRITERIO AMBIENTAL
Alternativa 1	7
Alternativa 2	5
Alternativa 3	4,5

8.- ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Cada alternativa posee tres puntuaciones que tienen un máximo de 10 puntos. Sin embargo, no se le asigna un valor uniforme a cada uno de los criterios, si no que se establece un sistema de ponderación, considerando de especial relevancia el factor funcional para solventar los problemas de tráfico existentes y el económico debido a los tiempos de crisis que nos afectan. Todo ello sin descuidar claro está el factor ambiental y de entorno, de gran importancia. Teniendo en cuenta esto, se aplica el método de las medias ponderadas para para seleccionar la mejor alternativa:

Matriz decisional

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	5,55	5,37	7,00
A ₂	5,05	7,22	5,00
A ₃	8,24	5,79	4,50
PESO	0,40	0,30	0,30

Donde:

A₁: Alternativa 1

C₁: Criterio económico-financiero

A₂: Alternativa 2

C₂: Criterio de tráfico y funcionalidad

A₃: Alternativa 3

C₃: Criterio de impacto ambiental

8.1.- MÉTODO DE LAS MEDIAS PONDERADAS

I.- Matriz homogeneizada

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	0,16	0	1
A ₂	0	1	0,2
A ₃	1	0,23	0

II.- Matriz de valores ponderados

	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	0,06	0	0,3
A ₂	0	0,3	0,06
A ₃	0,4	0,07	0

III.- Valoración de cada alternativa

	VALOR
A ₁	0,364
A ₂	0,36
A ₃	0,47

De la tabla anterior concluimos que la alternativa óptima es la 3. En el aspecto económico destaca notablemente sobre las demás, y dados los tiempos que corren, el criterio económico-financiero se considera el más importante, de ahí su peso de ponderación (40%).



APÉNDICE I: MOVIMIENTO DE TIERRAS



ALTERNATIVA 1

EJE 1

							400.000	0.000	201.470	7.490	640.875	28656.750	1612.000
											0.000	4680.000	184.000
				322.750	4.875	86.375	425.000	0.000	172.930	7.230	640.875	33336.750	1796.000
25.000	15.890	0.000	3.400	322.750	4.875	86.375					0.000	2161.625	90.375
				236.875	0.000	80.875	450.000	0.000	0.000	0.000	640.875	35498.375	1886.375
50.000	3.060	0.000	3.070	559.625	4.875	167.250					0.000	0.000	0.000
				38.250	83.750	75.000	475.000	0.000	0.000	0.000	640.875	35498.375	1886.375
75.000	0.000	6.700	2.930	597.875	88.625	242.250					0.000	0.000	0.000
				0.000	182.625	76.250	500.000	0.000	0.000	0.000	640.875	35498.375	1886.375
100.000	0.000	7.910	3.170	597.875	271.250	318.500					0.000	1573.375	76.250
				19.625	135.250	79.875	525.000	0.000	125.870	6.100	640.875	37071.750	1962.625
125.000	1.570	2.910	3.220	617.500	406.500	398.375					0.000	2661.000	141.750
				21.500	212.375	89.250	550.000	0.000	87.010	5.240	640.875	39732.750	2104.375
150.000	0.150	14.080	3.920	639.000	618.875	487.625					0.000	1724.250	120.875
				1.875	901.500	103.875	575.000	0.000	50.930	4.430	640.875	41457.000	2225.250
175.000	0.000	58.040	4.390	640.875	1520.375	591.500					0.000	1046.750	104.125
				0.000	1509.625	111.250	600.000	0.000	32.810	3.900	640.875	42503.750	2329.375
200.000	0.000	62.730	4.510	640.875	3030.000	702.750					4.500	620.750	94.000
				0.000	2249.125	129.250	625.000	0.360	16.850	3.620	645.375	43124.500	2423.375
225.000	0.000	117.200	5.830	640.875	5279.125	832.000					35.625	264.875	87.750
				0.000	1465.000	72.875	650.000	2.490	4.340	3.400	681.000	43389.375	2511.125
250.000	0.000	0.000	0.000	640.875	6744.125	904.875					31.125	97.875	172.500
				0.000	0.000	0.000	675.000	0.000	3.490	10.400	712.125	43487.250	2683.625
275.000	0.000	0.000	0.000	640.875	6744.125	904.875					189.250	43.625	175.750
				0.000	0.000	0.000	700.000	15.140	0.000	3.660	901.375	43530.875	2859.375
300.000	0.000	0.000	0.000	640.875	6744.125	904.875					370.250	0.000	91.125
				0.000	3252.125	103.250	725.000	14.480	0.000	3.630	1271.625	43530.875	2950.500
325.000	0.000	260.170	8.260	640.875	9996.250	1008.125					342.250	0.000	89.875
				0.000	6575.250	207.125	750.000	12.900	0.000	3.560	1613.875	43530.875	3040.375
350.000	0.000	265.850	8.310	640.875	16571.500	1215.250					295.125	0.000	88.250
				0.000	6445.000	203.500	775.000	10.710	0.000	3.500	1909.000	43530.875	3128.625
375.000	0.000	249.750	7.970	640.875	23016.500	1418.750					335.125	0.000	90.125
				0.000	5640.250	193.250	800.000	16.100	0.000	3.710	2244.125	43530.875	3218.750
											436.500	0.000	92.375



825.000	18.820	0.000	3.680	2680.625	43530.875	3311.125
				279.875	122.375	53.000
850.000	3.570	9.790	0.560	2960.500	43653.250	3364.125
				153.750	122.375	49.125
875.000	8.730	0.000	3.370	3114.250	43775.625	3413.250
				20.766	0.000	8.545
877.570	7.430	0.000	3.280	3135.016	43775.625	3421.795
EJE 2						
P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	2.677	6.352	2.734			
				33.462	325.863	71.099
25.000	0.000	19.717	2.954	33.462	325.863	71.099
				0.000	424.937	70.848
50.000	0.000	14.278	2.714	33.462	750.800	141.946
				60.693	178.478	65.239
75.000	4.855	0.000	2.505	94.155	929.277	207.186
				139.723	0.000	63.046
100.000	6.322	0.000	2.538	233.878	929.277	270.231
				120.388	0.000	62.363
125.000	3.309	0.000	2.451	354.265	929.277	332.594
				41.536	28.015	57.072
150.000	0.014	2.241	2.115	395.801	957.292	389.666
				0.179	98.673	53.439
175.000	0.000	5.653	2.160	395.980	1055.965	443.105
				12.167	90.099	52.407
200.000	0.973	1.555	2.032	408.147	1146.064	495.512
				50.270	10.677	28.461
213.730	6.349	0.000	2.113	458.418	1156.741	523.973

EJE 3

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	5.926	0.000	2.611			
				77.719	10.592	61.421
25.000	0.291	0.847	2.303	77.719	10.592	61.421
				3.639	37.210	55.524
50.000	0.000	2.129	2.139	81.358	47.802	116.945
				55.994	26.618	60.152
75.000	4.480	0.000	2.673	137.352	74.420	177.097
				69.231	42.908	65.041
100.000	1.059	3.433	2.531	206.583	117.328	242.139
				85.189	129.914	68.883
125.000	5.756	6.960	2.980	291.772	247.241	311.022
				108.409	140.971	70.039
150.000	2.917	4.317	2.623	400.180	388.213	381.061
				36.524	131.718	64.585
175.000	0.005	6.220	2.544	436.705	519.931	445.646
				66.627	77.993	60.645
200.000	5.325	0.019	2.308	503.331	597.924	506.291
				211.919	0.241	62.687
225.000	11.629	0.000	2.707	715.250	598.165	568.977
				359.260	0.000	72.905
250.000	17.112	0.000	3.125	1074.510	598.165	641.882
				302.818	0.939	66.039
275.000	7.113	0.075	2.158	1377.327	599.104	707.921
				5.803	0.029	1.780
275.770	7.960	0.000	2.466	1383.131	599.133	709.702



EJE 4

EJE 5

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	6.530	0.000	2.147			
				81.620	138.645	56.664
25.000	0.000	11.092	2.386	81.620	138.645	56.664
				9.970	192.924	58.086
50.000	0.798	4.342	2.261	91.590	331.570	114.750
				25.862	158.492	62.741
75.000	1.271	8.337	2.758	117.452	490.062	177.492
				15.892	814.275	75.569
100.000	0.000	56.805	3.287	133.344	1304.336	253.060
				0.000	791.532	68.187
125.000	0.000	6.518	2.168	133.344	2095.868	321.247
				0.000	325.660	60.161
150.000	0.000	19.535	2.645	133.344	2421.528	381.409
				6.967	591.883	73.937
175.000	0.557	27.816	3.270	140.311	3013.411	455.346
				6.967	1424.658	87.846
200.000	0.000	86.157	3.758	147.277	4438.069	543.192
				0.000	2146.029	99.894
225.000	0.000	85.525	4.234	147.277	6584.098	643.086
				0.000	1705.573	98.128
250.000	0.000	50.921	3.617	147.277	8289.670	741.215
				0.000	766.838	74.153
275.000	0.000	10.426	2.316	147.277	9056.508	815.368
				368.578	130.330	70.419
300.000	29.486	0.000	3.318	515.855	9186.839	885.787
				1080.570	0.000	91.291
325.000	56.959	0.000	3.985	1596.426	9186.839	977.078
				1166.970	0.000	101.188
349.479	38.385	0.000	4.282	2763.396	9186.839	1078.267

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	1.778	2.097	2.039			
				50.200	89.158	55.250
25.000	2.238	5.036	2.381	50.200	89.158	55.250
				78.128	187.097	67.040
50.000	4.012	9.932	2.982	128.328	276.255	122.289
				71.347	447.403	76.675
75.000	1.696	25.860	3.152	199.675	723.659	198.965
				21.196	457.380	72.919
100.000	0.000	10.730	2.681	220.871	1181.039	271.883
				1.874	741.003	87.566
125.000	0.150	48.550	4.324	222.745	1922.042	359.449
				6.467	1115.309	111.686
150.000	0.367	40.675	4.611	229.212	3037.351	471.135
				15.732	801.019	110.172
175.000	0.891	23.407	4.203	244.943	3838.370	581.307
				11.138	1323.704	105.818
200.000	0.000	82.490	4.263	256.082	5162.075	687.125
				0.000	2167.172	117.113
225.000	0.000	90.884	5.107	256.082	7329.247	804.238
				0.000	1799.272	113.866
250.000	0.000	53.058	4.003	256.082	9128.519	918.104
				0.000	800.777	81.220
275.000	0.000	11.004	2.495	256.082	9929.296	999.324
				26.626	55.760	25.678
285.134	5.255	0.000	2.573	282.708	9985.056	1025.002



GLORIETA

ALTERNATIVA 2

EJE 1

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	5.246	0.286	2.524			
				65.578	116.343	63.833
25.000	0.000	9.022	2.582	65.578	116.343	63.833
				0.000	425.507	73.095
50.000	0.000	25.019	3.265	65.578	541.850	136.929
				0.000	412.039	72.968
75.000	0.000	7.944	2.572	65.578	953.889	209.896
				371.779	99.306	76.846
100.000	29.742	0.000	3.576	437.357	1053.195	286.742
				738.877	0.000	91.147
125.000	29.368	0.000	3.716	1176.234	1053.195	377.889
				429.207	5.643	78.438
150.000	4.969	0.451	2.559	1605.441	1058.838	456.327
				4.066	0.293	2.023
150.796	5.246	0.286	2.524	1609.507	1059.132	458.350

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	11.886	2.425	3.811			
				423.750	30.313	92.550
25.000	22.014	0.000	3.593	423.750	30.313	92.550
				439.250	0.000	91.975
50.000	13.126	0.000	3.765	863.000	30.313	184.525
				370.613	0.213	94.375
75.000	16.523	0.017	3.785	1233.613	30.525	278.900
				547.738	0.213	100.950
100.000	27.296	0.000	4.291	1781.350	30.738	379.850
				821.488	0.000	112.038
125.000	38.423	0.000	4.672	2602.838	30.738	491.888
				611.950	48.738	113.113
150.000	10.533	3.899	4.377	3214.788	79.475	605.000
				361.450	182.538	125.425
175.000	18.383	10.704	5.657	3576.238	262.013	730.425
				229.788	1032.775	140.800
200.000	0.000	71.918	5.607	3806.025	1294.788	871.225
				0.000	2489.950	156.850
225.000	0.000	127.278	6.941	3806.025	3784.738	1028.075
				0.000	1590.975	86.763
250.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	5375.713	1114.838
				0.000	0.000	0.000
275.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	5375.713	1114.838
				0.000	0.000	0.000
300.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	5375.713	1114.838
				0.000	3622.475	110.838
325.000	0.000	289.798	8.867	3806.025	8998.188	1225.675
				0.000	6755.650	231.638
350.000	0.000	250.654	9.664	3806.025	15753.838	1457.313
				0.000	3133.175	120.800
375.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	18887.013	1578.113
				0.000	0.000	0.000



400.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	18887.013	1578.113
				0.000	0.000	0.000
425.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	18887.013	1578.113
				0.000	0.000	0.000
450.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	18887.013	1578.113
				0.000	0.000	0.000
475.000	0.000	0.000	0.000	3806.025	18887.013	1578.113
				0.000	2124.800	87.600
500.000	0.000	169.984	7.008	3806.025	21011.813	1665.713
				0.000	3705.563	164.913
525.000	0.000	126.461	6.185	3806.025	24717.375	1830.625
				0.000	2970.150	152.163
550.000	0.000	111.151	5.988	3806.025	27687.525	1982.788
				3806.025	30657.675	2134.950
575.000	0.000	101.192	5.967	0.000	0.000	0.000
				3806.025	30657.675	2134.950
600.000	0.000	79.863	5.778	0.000	0.000	0.000
				3806.025	30657.675	2134.950
625.000	0.000	52.424	5.428	3806.025	30657.675	2134.950
				28.238	818.050	126.288
650.000	2.259	13.020	4.675	3834.263	31475.725	2261.238
				77.413	175.225	106.800
675.000	3.934	0.998	3.869	3911.675	31650.950	2368.038
				3989.088	31826.175	2474.838
700.000	11.090	0.000	3.924	0.000	0.000	0.000
				3989.088	31826.175	2474.838
725.000	16.738	0.000	3.945	0.000	0.000	0.000
				3989.088	31826.175	2474.838
750.000	21.324	0.000	3.986	3989.088	31826.175	2474.838
				377.188	0.000	93.863
775.000	8.851	0.000	3.523	4366.275	31826.175	2568.700
				78.945	0.000	33.787
784.971	6.984	0.000	3.254	4445.220	31826.175	2602.487

EJE 2

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	11.890	4.900	3.331			
				387.680	72.772	95.654
25.000	19.124	0.922	4.321	387.680	72.772	95.654
				377.185	126.729	103.534
50.000	11.051	9.217	3.962	764.865	199.501	199.188
				76.035	146.945	43.824
61.724	1.920	15.850	3.514	840.899	346.446	243.012

EJE 3

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	14.324	0.000	3.580			
				316.600	81.949	93.577
25.000	11.004	6.556	3.906	316.600	81.949	93.577
				206.292	242.625	90.358
50.000	5.499	12.854	3.322	522.892	324.575	183.934
				48.915	162.237	41.205
63.234	1.893	11.664	2.905	571.807	486.811	225.139

EJE 4

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	27.527	0.000	4.505			
				1338.510	0.000	108.311
25.000	79.554	0.000	4.160	1338.510	0.000	108.311
				994.428	288.364	81.589
50.000	0.000	23.069	2.367	2332.938	288.364	189.900
				29.277	288.364	54.856
75.000	2.342	0.000	2.021	2362.215	576.729	244.756
				301.031	0.000	59.159
100.000	21.740	0.000	2.711	2663.246	576.729	303.915
				364.571	0.000	61.621
125.000	7.425	0.000	2.218	3027.817	576.729	365.536
				37.627	0.000	14.819
132.260	2.940	0.000	1.864	3065.444	576.729	380.356



EJE 5

GLORIETA

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	29.863	1.873	4.239			
				1300.095	23.412	98.013
25.000	74.145	0.000	3.602	1300.095	23.412	98.013
				1149.501	25.740	80.997
50.000	17.815	2.059	2.878	2449.596	49.152	179.010
				244.234	229.327	65.613
75.000	1.724	16.287	2.371	2693.830	278.479	244.623
				269.226	203.587	58.218
100.000	19.814	0.000	2.286	2963.056	482.066	302.840
				538.569	4370.331	289.307
125.000	23.271	349.627	20.858	3501.625	4852.398	592.147
				24.338	339.721	23.478
126.848	3.068	18.037	4.551	3525.963	5192.119	615.625

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	6.111	0.000	2.618			
				76.391	274.366	71.705
25.000	0.000	21.949	3.118	76.391	274.366	71.705
				0.000	1459.426	168.399
75.000	0.000	36.428	3.618	76.391	1733.791	240.104
				0.000	546.731	77.604
100.000	0.000	7.311	2.591	76.391	2280.523	317.708
				306.334	91.384	73.267
125.000	24.507	0.000	3.271	382.725	2371.907	390.975
				315.627	15.095	71.138
150.000	0.743	1.208	2.420	698.353	2387.002	462.113
				126.173	15.095	64.673
175.000	9.350	0.000	2.753	824.525	2402.098	526.786
				964.571	0.000	91.746
200.000	67.815	0.000	4.586	1789.096	2402.098	618.532
				1287.317	0.000	103.679
225.000	35.170	0.000	3.708	3076.413	2402.098	722.212
				534.609	0.000	80.056
250.000	7.599	0.000	2.696	3611.022	2402.098	802.268
				9.097	0.000	3.526
251.327	6.111	0.000	2.618	3620.118	2402.098	805.794

				0.000	0.000	0.000
340.000	0.000	0.000	0.000	40.840	14398.621	1156.403
				0.000	0.000	0.000
360.000	0.000	0.000	0.000	40.840	14398.621	1156.403
				0.000	0.000	0.000
380.000	0.000	0.000	0.000	40.840	14398.621	1156.403
				0.000	0.000	0.000
400.000	0.000	0.000	0.000	40.840	14398.621	1156.403
				0.000	625.950	42.520
420.000	0.000	62.595	4.252	40.840	15024.571	1198.923
				0.000	1107.576	81.662
440.000	0.000	48.163	3.914	40.840	16132.147	1280.585
				0.000	775.780	72.241
460.000	0.000	29.415	3.31	40.840	16907.927	1352.826
				0.000	444.168	60.344
480.000	0.000	15.001	2.725	40.840	17352.095	1413.170
				6.170	193.266	51.409
500.000	0.617	4.325	2.416	47.009	17545.361	1464.579
				55.674	45.159	48.428
520.000	4.950	0.191	2.427	102.683	17590.52	1513.007
				174.363	1.908	51.179
540.000	12.486	0.000	2.691	277.046	17592.428	1564.186
				298.759	0.000	54.866
560.000	17.390	0.000	2.795	575.805	17592.428	1619.052
				236.739	0.000	52.047
580.000	6.284	0.000	2.409	812.544	17592.428	1671.099
				27.963	0.000	11.426
584.804	5.358	0.000	2.347	840.507	17592.428	1682.525



EJE 2

175.000 13.391 0.000 2.451 1208.726 110.214 408.810
223.551 0.000 41.395
193.357 10.965 0.000 2.059 1432.277 110.214 450.206

EJE 4

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	0.000	14.329	2.334			
				0.000	437.555	63.160
25.000	0.000	20.676	2.719	0.000	437.555	63.160
				0.000	366.477	59.604
50.000	0.000	8.643	2.049	0.000	804.032	122.764
				0.000	242.944	52.208
75.000	0.000	10.793	2.128	0.000	1046.976	174.972
				0.000	151.297	48.232
100.000	0.000	1.311	1.731	0.000	1198.272	223.204
				62.608	16.385	47.922
125.000	5.009	0.000	2.103	62.608	1214.658	271.126
				167.079	0.000	54.900
150.000	8.358	0.000	2.289	229.687	1214.658	326.025
				161.985	0.000	53.241
175.000	4.601	0.000	1.970	391.672	1214.658	379.266
				57.514	57.575	50.528
200.000	0.000	4.606	2.072	449.186	1272.232	429.794
				2.276	367.869	63.577
225.000	0.182	24.823	3.014	451.462	1640.101	493.371
				0.990	172.457	28.929
235.870	0.000	6.907	2.309	452.451	1812.558	522.300

EJE 3

EJE 5

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	0.000	15.593	2.633			
				0.000	327.489	64.317
25.000	0.000	10.606	2.512	0.000	327.489	64.317



P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	0.000	15.593	2.633			
				0.000	327.489	64.317
25.000	0.000	10.606	2.512	0.000	327.489	64.317



APÉNDICE II:

ESTADO DE ALINEACIONES



ALTERNATIVA 1

EJE 1

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551525.183	4791476.533	39.981342	0.000	0.000	92.924
Cur	92.924	551579.781	4791551.726	39.981342	-150.000	0.000	144.627
Rec	237.551	551600.007	4791689.338	378.599673	0.000	0.000	133.473
Cur	371.025	551555.979	4791815.340	378.599670	350.000	0.000	266.282
Rec	637.307	551567.476	4792074.992	27.034079	0.000	0.000	48.778
Cur	686.085	551587.573	4792119.438	27.034078	-150.000	0.000	105.895
Rec	791.980	551594.999	4792222.881	382.090989	0.000	0.000	85.589
	877.569	551571.238	4792305.106	382.090989			

EJE 2

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551453.921	4791941.862	55.797957	-432.202	0.000	177.423
Rec	177.423	551563.495	4792079.822	30.069324	0.000	0.000	27.046
Rec	204.469	551575.800	4792103.907	32.737247	0.000	0.000	9.261
	213.730	551580.355	4792111.971	32.737247			

EJE 3

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551633.912	4791901.591	345.149728	0.000	0.000	74.591
Cur	74.591	551577.306	4791950.167	347.875447	77.644	0.000	86.525
Cur	161.116	551556.070	4792029.491	17.603287	285.926	0.000	46.326
Rec	207.442	551572.265	4792072.840	27.034079	0.000	0.000	57.529
Rec	264.971	551595.967	4792125.260	9.422974	0.000	0.000	10.799
	275.770	551597.559	4792135.941	9.422974			

EJE 4

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551597.509	4791593.905	14.750609	-183.751	0.000	25.066
Cur	25.066	551601.586	4791618.618	9.375633	-144.750	0.000	69.976
Rec	95.042	551595.051	4791687.606	378.599775	0.000	0.000	66.717
Cur	161.759	551573.044	4791750.589	377.895316	-198.852	0.000	96.604
Rec	258.363	551519.814	4791830.068	346.967724	0.000	0.000	91.115
	349.479	551452.391	4791891.355	346.967724			

EJE 5

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551608.588	4791608.131	18.025734	-129.292	0.000	84.484
Rec	84.484	551604.973	4791691.041	378.588495	0.000	0.000	81.105
Cur	165.589	551578.206	4791767.602	384.133283	52.991	0.000	61.645
Rec	227.235	551597.208	4791822.642	58.185096	0.000	0.000	57.899
	285.134	551643.060	4791857.996	58.185096			

GLORIETA

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551417.098	4791917.511	1.425139	24.000	0.000	37.699
Cur	37.699	551441.629	4791940.968	101.425139	24.000	0.000	37.699
Cur	75.398	551465.086	4791916.437	201.425139	24.000	0.000	37.699
Cur	113.097	551440.555	4791892.980	301.425139	24.000	0.000	37.699
	150.796	551417.098	4791917.511	1.425139			



ALTERNATIVA 2

EJE 1

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551523.938	4791474.798	39.119604	-290.648	0.000	238.181
Rec	238.181	551571.021	4791701.533	388.866328	0.000	0.000	71.934
Cur	310.114	551558.505	4791772.369	387.463628	332.631	0.000	130.971
Rec	441.085	551558.498	4791902.495	12.393350	0.000	0.000	188.326
Cur	629.411	551594.929	4792087.264	11.877253	-356.500	0.000	155.560
	784.971	551590.052	4792241.515	384.098188			

EJE 2

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551543.381	4791930.520	42.466090	-137.022	0.000	61.724
	61.724	551569.550	4791985.847	13.788342			

EJE 3

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551584.719	4791921.175	381.815340	149.117	0.000	63.234
	63.234	551580.102	4791983.766	8.811373			

EJE 4

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551533.475	4791850.178	161.291130	82.611	0.000	45.728
Cur	45.728	551548.158	4791807.486	194.352334	-337.552	0.000	36.476
Rec	82.203	551553.345	4791771.399	188.866328	0.000	0.000	50.057
	132.260	551562.055	4791722.106	188.866328			

EJE 5

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551571.765	4791847.335	236.056150	-78.983	0.000	52.682
Cur	52.682	551559.832	4791797.020	192.114745	-327.699	0.000	23.994
Rec	76.676	551563.665	4791773.340	188.866328	0.000	0.000	50.173
	126.848	551572.394	4791723.933	188.866328			

GLORIETA

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551516.140	4791895.088	10.956755	40.000	0.000	62.832
Cur	62.832	551562.399	4791927.646	110.956755	40.000	0.000	62.832
Cur	125.664	551594.958	4791881.387	210.956755	40.000	0.000	62.832
Cur	188.496	551548.698	4791848.828	310.956755	40.000	0.000	62.832
	251.327	551516.140	4791895.088	10.956755			



ALTERNATIVA 3

EJE 1

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551589.910	4791565.513	36.334232	0.000	0.000	127.193
Cur	127.193	551658.626	4791672.547	40.181795	-143.852	0.000	123.650
Rec	250.843	551682.606	4791790.002	387.414107	0.000	0.000	333.960
	584.804	551617.012	4792117.458	387.414107			

EJE 2

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551644.446	4791907.771	40.157481	-23.732	0.000	19.114
Rec	19.114	551648.652	4791925.891	387.806215	0.000	0.000	140.295
Rec	159.408	551621.944	4792063.619	392.134633	0.000	0.000	30.286
	189.694	551618.212	4792093.675	392.134633			

EJE 3

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551667.892	4791906.719	364.441112	27.128	0.000	9.386
Rec	9.386	551664.379	4791915.372	387.003657	0.000	0.000	153.663
Rec	163.049	551633.227	4792065.844	382.669345	0.000	0.000	30.308
	193.357	551625.078	4792095.036	382.669345			

EJE 4

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551631.285	4791637.417	34.583110	0.000	0.000	44.433
Cur	44.433	551654.252	4791675.454	37.949138	-145.805	0.000	118.432
Rec	162.865	551676.006	4791788.584	387.485257	0.000	0.000	53.709
Cur	216.573	551665.516	4791841.258	386.808045	-23.612	0.000	19.296
	235.870	551654.677	4791856.575	334.781363			

EJE 5

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551639.482	4791633.376	38.839069	0.000	0.000	43.106
Cur	43.106	551664.179	4791668.705	40.107870	-150.602	0.000	129.169
Rec	172.275	551689.205	4791791.426	387.466779	0.000	0.000	68.635
Cur	240.910	551675.780	4791858.735	392.075858	27.304	0.000	7.873
	248.783	551675.935	4791866.579	10.433765			



APÉNDICE III:

ESTADO DE RASANTES



ALTERNATIVA 1

EJE 1

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	117.131	0.000	0.000	0.000	-0.07000494
84.994	111.181	303.000	4.486	0.033	-0.09960850
250.000	94.745	568.000	14.931	0.196	-0.04703669
410.513	87.195	303.000	4.129	0.028	-0.07429012
500.000	80.547	303.000	3.064	0.015	-0.09451440
632.456	68.028	568.000	31.644	0.881	0.01691408
775.000	70.439	303.000	11.822	0.231	-0.06112958
877.569	64.169	0.000	0.000	0.000	

EJE 2

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	77.398	0.000	0.000	0.000	-0.09022679
79.544	70.221	568.000	15.233	0.204	-0.03658859
140.000	68.009	568.000	11.385	0.114	0.00349925
213.730	68.267	0.000	0.000	0.000	

EJE 3

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	80.036	0.000	0.000	0.000	-0.09307025
75.212	73.036	568.000	26.452	0.616	0.00009031
141.651	73.042	303.000	12.240	0.247	-0.08072531
214.503	67.161	568.000	32.197	0.913	0.03266032
275.770	69.162	0.000	0.000	0.000	

EJE 4

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	104.958	0.000	0.000	0.000	-0.09961061
110.430	93.958	568.000	14.931	0.196	-0.04703375
217.417	88.926	303.000	7.038	0.082	-0.09349396
349.479	76.579	0.000	0.000	0.000	

EJE 5

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	103.604	0.000	0.000	0.000	-0.10602801
75.763	95.571	568.000	14.294	0.180	-0.05570551
157.640	91.010	303.000	6.466	0.069	-0.09838036
222.531	84.626	568.000	10.472	0.097	-0.06151462
285.134	80.775	0.000	0.000	0.000	

GLORIETA

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	77.758	0.000	0.000	0.000	0.00500013
75.398	78.135	0.000	0.000	0.000	-0.00500013
150.796	77.758	0.000	0.000	0.000	



ALTERNATIVA 2

EJE 1

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	117.264	0.000	0.000	0.000	-0.07771973
53.783	113.084	303.000	3.359	0.019	-0.09989392
233.844	95.097	568.000	12.712	0.142	-0.05513219
683.545	70.304	568.000	12.593	0.140	-0.01079605
784.971	69.209	0.000	0.000	0.000	

EJE 2

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	75.631	0.000	0.000	0.000	0.04505541
61.724	78.412	0.000	0.000	0.000	

EJE 3

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	74.674	0.000	0.000	0.000	0.09329496
40.999	78.499	303.000	14.892	0.366	-0.00499213
63.234	78.388	0.000	0.000	0.000	

EJE 4

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	80.003	0.000	0.000	0.000	0.09953123
132.260	93.167	0.000	0.000	0.000	

EJE 5

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	78.630	0.000	0.000	0.000	0.11362418
126.848	93.043	0.000	0.000	0.000	

GLORIETA

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	76.354	0.000	0.000	0.000	0.01000286
125.664	77.611	0.000	0.000	0.000	-0.01000294
251.327	76.354	0.000	0.000	0.000	



ALTERNATIVA 3

EJE 1

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	108.177	0.000	0.000	0.000	-0.07000176
272.236	89.120	568.000	22.244	0.436	0.00833321
340.277	89.687	1085.000	42.492	0.832	-0.07000045
584.804	72.570	0.000	0.000	0.000	

EJE 4

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	102.577	0.000	0.000	0.000	-0.07000250
192.236	89.120	1374.000	53.810	1.054	0.00834212
235.870	89.484	0.000	0.000	0.000	

EJE 2

P.K.	Cota	Radio	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	83.551	0.000	0.000	0.000	0.00711186
52.307	83.923	1085.000	41.836	0.807	-0.06999934
189.694	74.306	0.000	0.000	0.000	

EJE 5

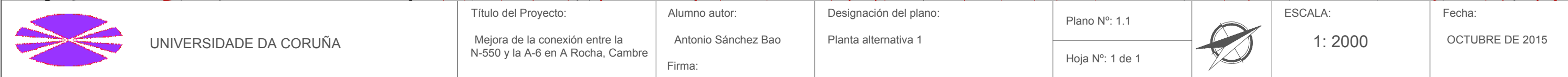
P.K.	Cota	Radio	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	102.577	0.000	0.000	0.000	-0.07000250
192.236	89.120	1374.000	30.116	0.330	-0.02615523
248.783	87.641	0.000	0.000	0.000	

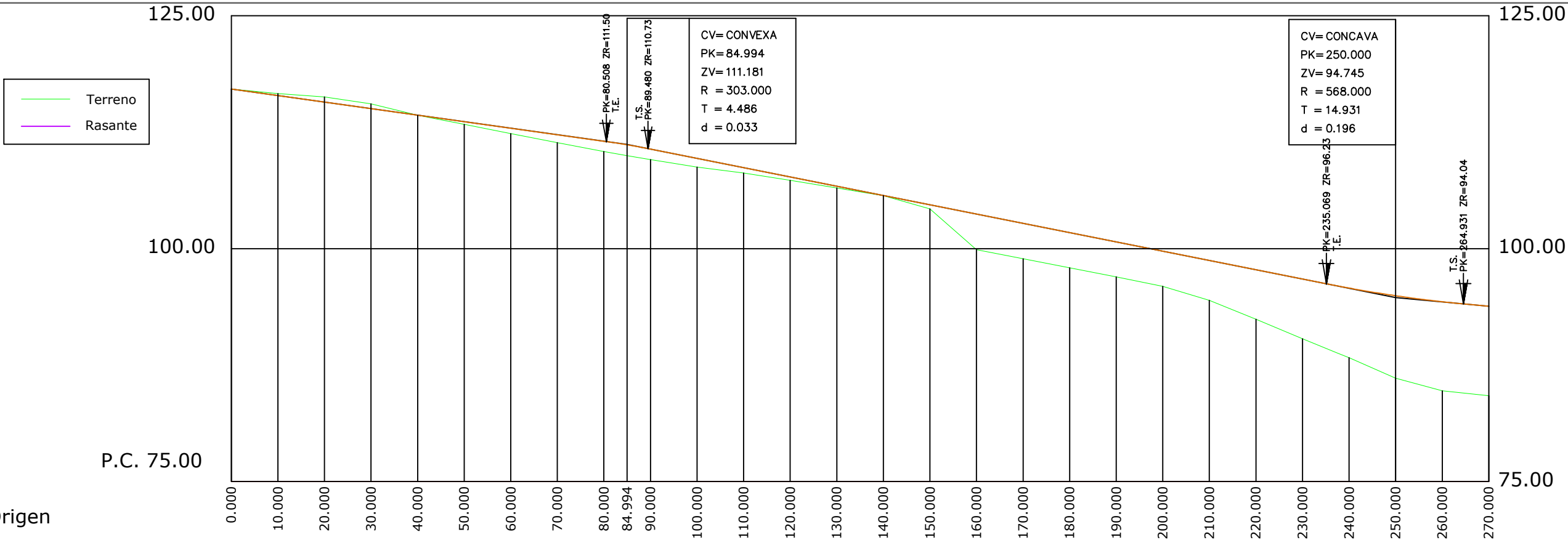
EJE 3

P.K.	Cota	Kv	Tangente	Flecha	Pendiente
0.000	84.512	0.000	0.000	0.000	-0.06999712
45.159	81.351	1374.000	32.030	0.373	-0.02337306
116.566	79.682	1085.000	25.293	0.295	-0.07000820
193.357	74.306	0.000	0.000	0.000	



APÉNDICE IV: PLANOS





Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

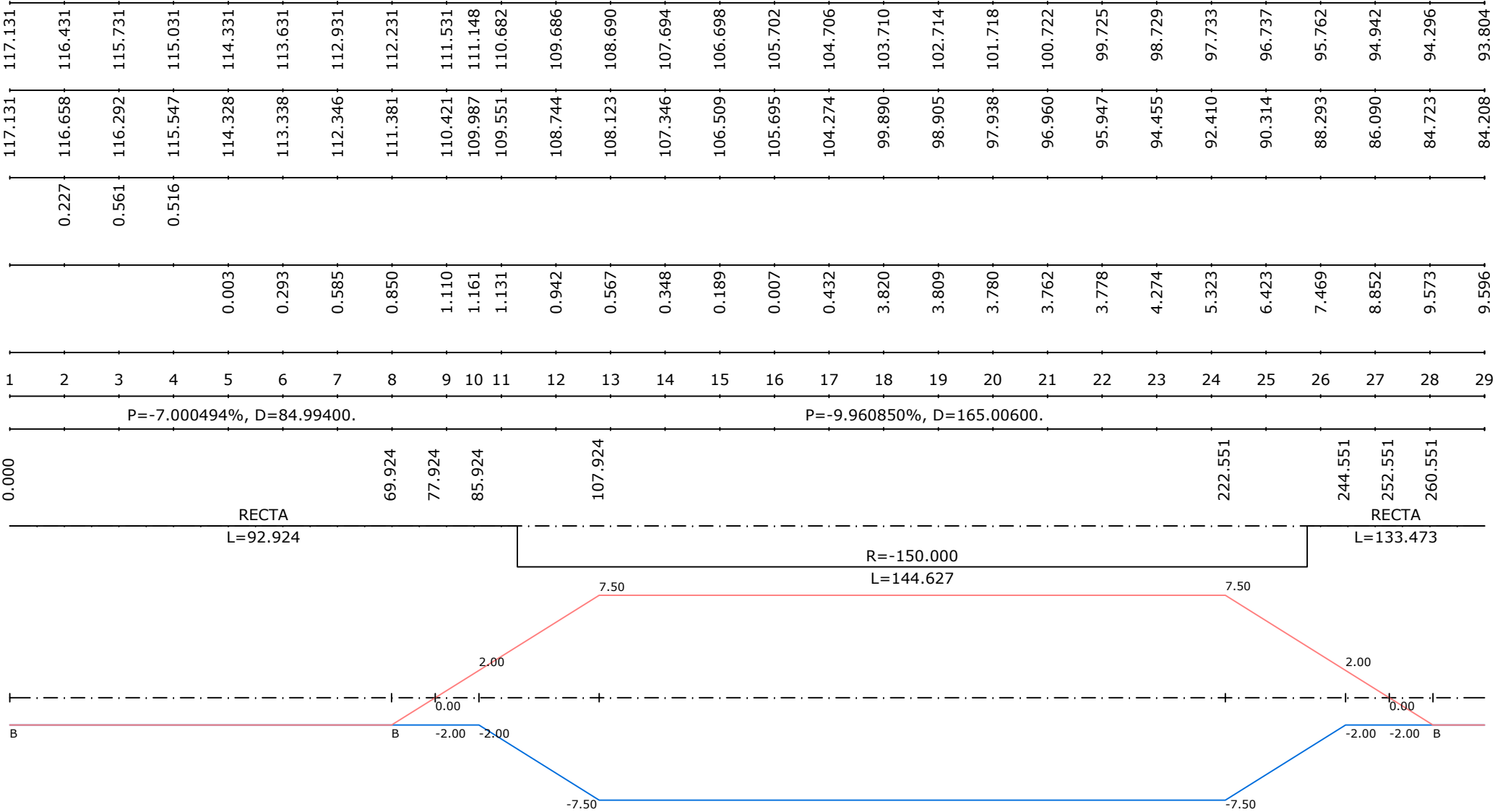
Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles
Pendientes

Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

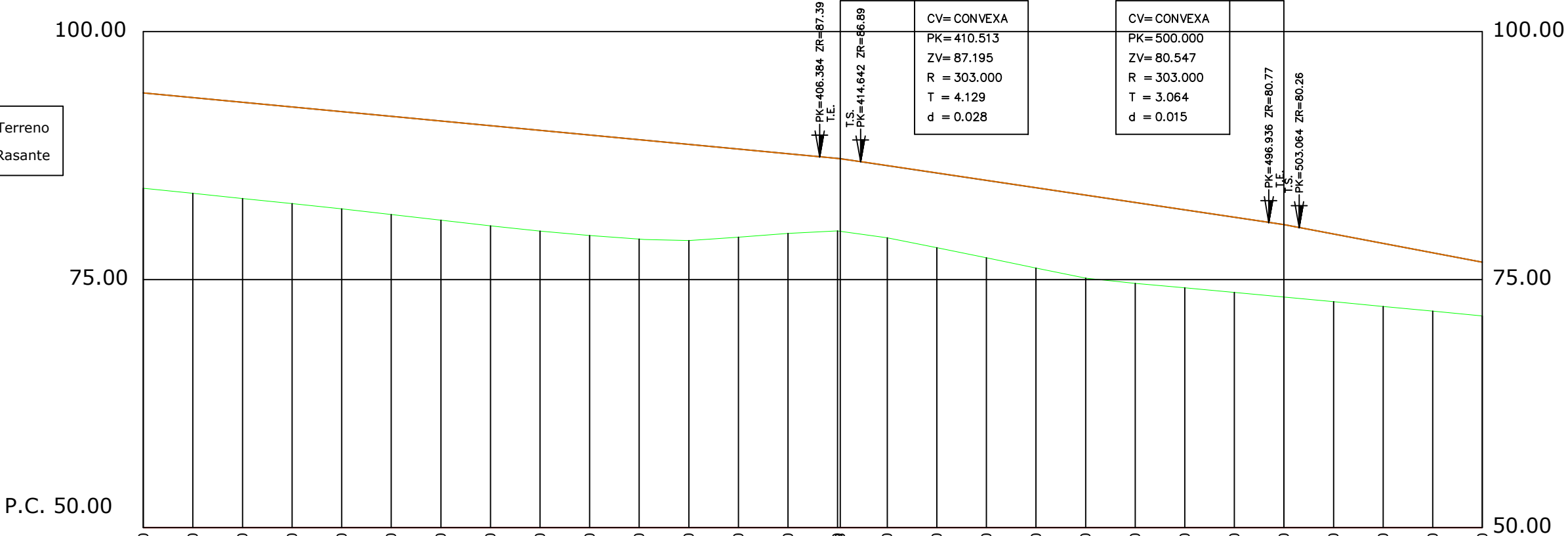
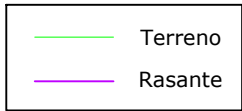
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 1.3
Hoja Nº: 1 de 4



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



Distancias a Origen

270.000 280.000 290.000 300.000 310.000 320.000 330.000 340.000 350.000 360.000 370.000 380.000 390.000 400.000 410.000 420.000 430.000 440.000 450.000 460.000 470.000 480.000 490.000 500.000 510.000 520.000 530.000 540.000

Cotas de Rasante

93.804 93.334 92.864 92.393 91.923 91.452 90.982 90.512 90.041 89.571 89.101 88.630 88.160 87.689 87.218 86.747 85.747 85.004 84.262 83.519 82.776 82.033 81.290 80.532 79.602 78.657 77.712 76.766

Cotas de Terreno

84.208 83.692 83.172 82.651 82.130 81.570 80.984 80.412 79.880 79.439 79.075 78.931 79.275 79.665 79.977 79.208 78.226 77.210 76.156 75.156 74.626 74.167 73.705 73.239 72.770 72.294 71.816 71.338

Cotas Rojas Desmonte

9.596 9.642 9.692 9.742 9.793 9.882 9.998 10.100 10.161 10.132 10.026 9.699 8.885 8.024 7.265 7.282 7.521 7.794 8.106 8.363 8.150 7.866 7.585 7.293 6.832 6.363 5.896 5.428

Cotas Rojas Terraplen

9.596 9.642 9.692 9.742 9.793 9.882 9.998 10.100 10.161 10.132 10.026 9.699 8.885 8.024 7.265 7.282 7.521 7.794 8.106 8.363 8.150 7.866 7.585 7.293 6.832 6.363 5.896 5.428

Numeración de Perfiles

29' 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57

Pendientes

P=-4.703669%, D=160.51300. P=-7.429012%, D=89.48700.

Diagrama de Curvatura

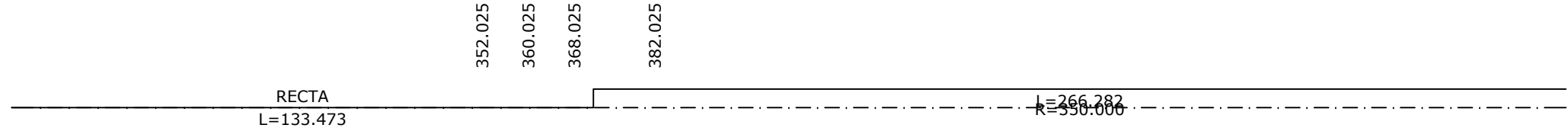
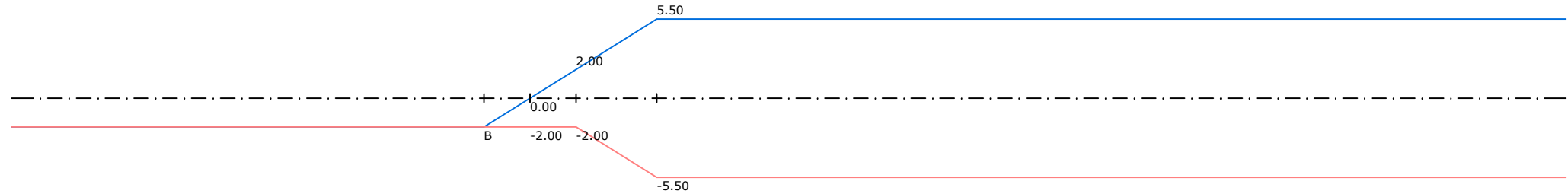


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 1.3
Hoja Nº: 2 de 4



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015

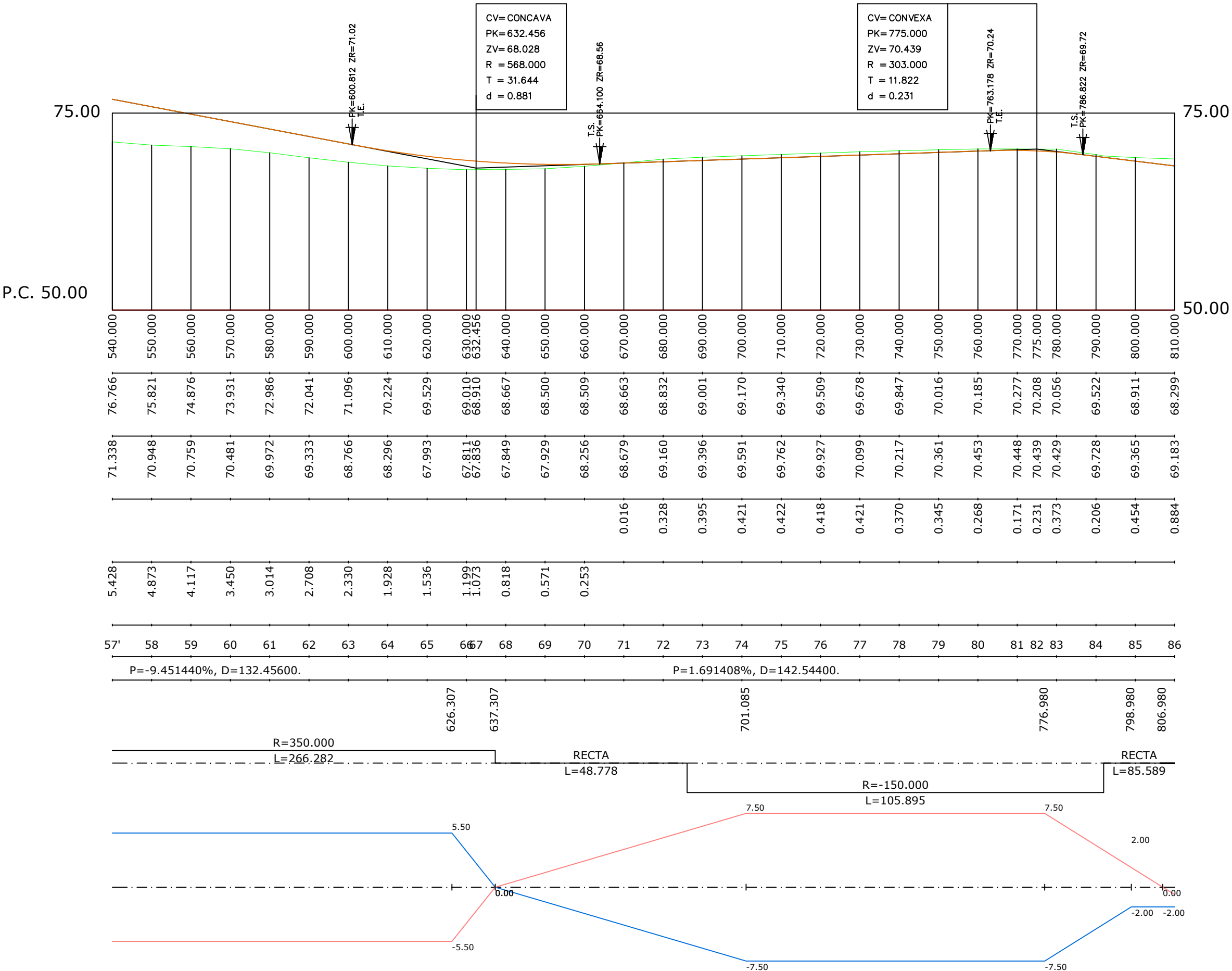
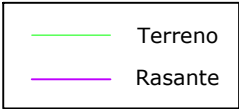
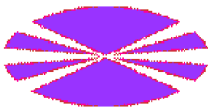


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER —



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

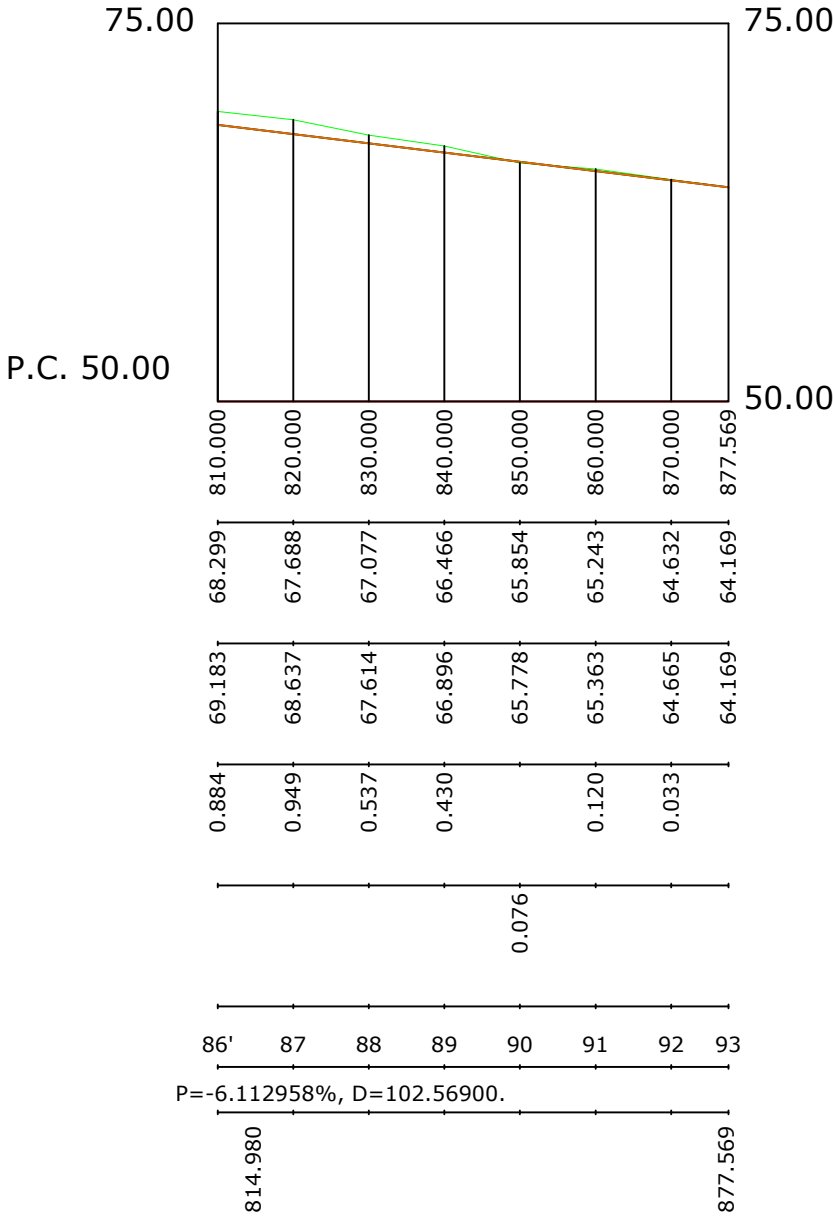
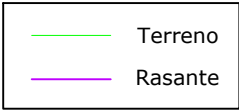
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 1.3
Hoja Nº: 3 de 4



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Cotas Rojas Desmonte

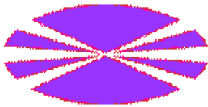
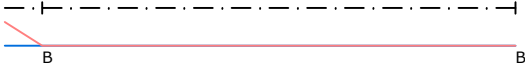
Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles
Pendientes

Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER

RECTA
L=85.589



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

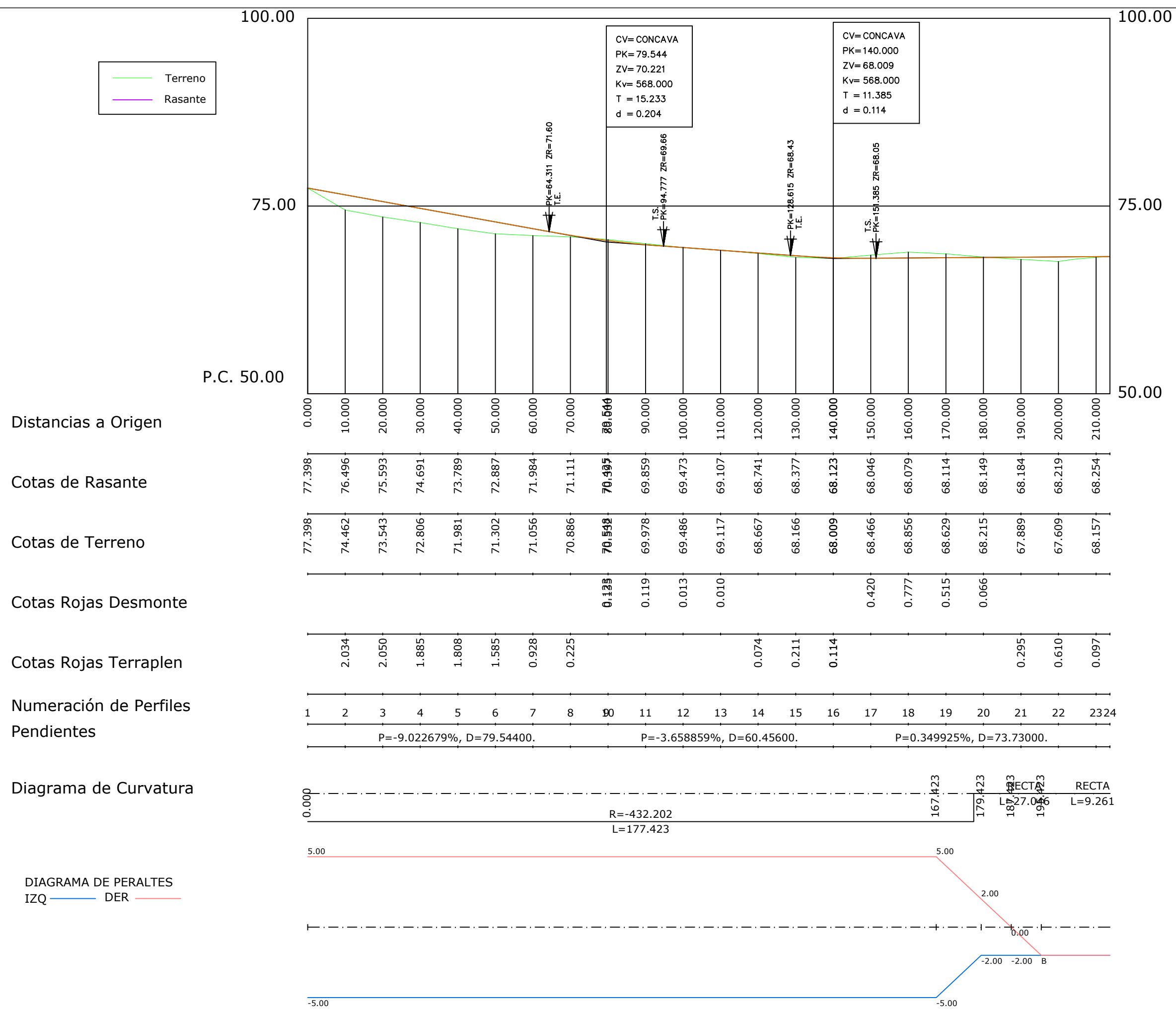
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 1.3
Hoja Nº: 4 de 4



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015





P.C. 50.00

Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

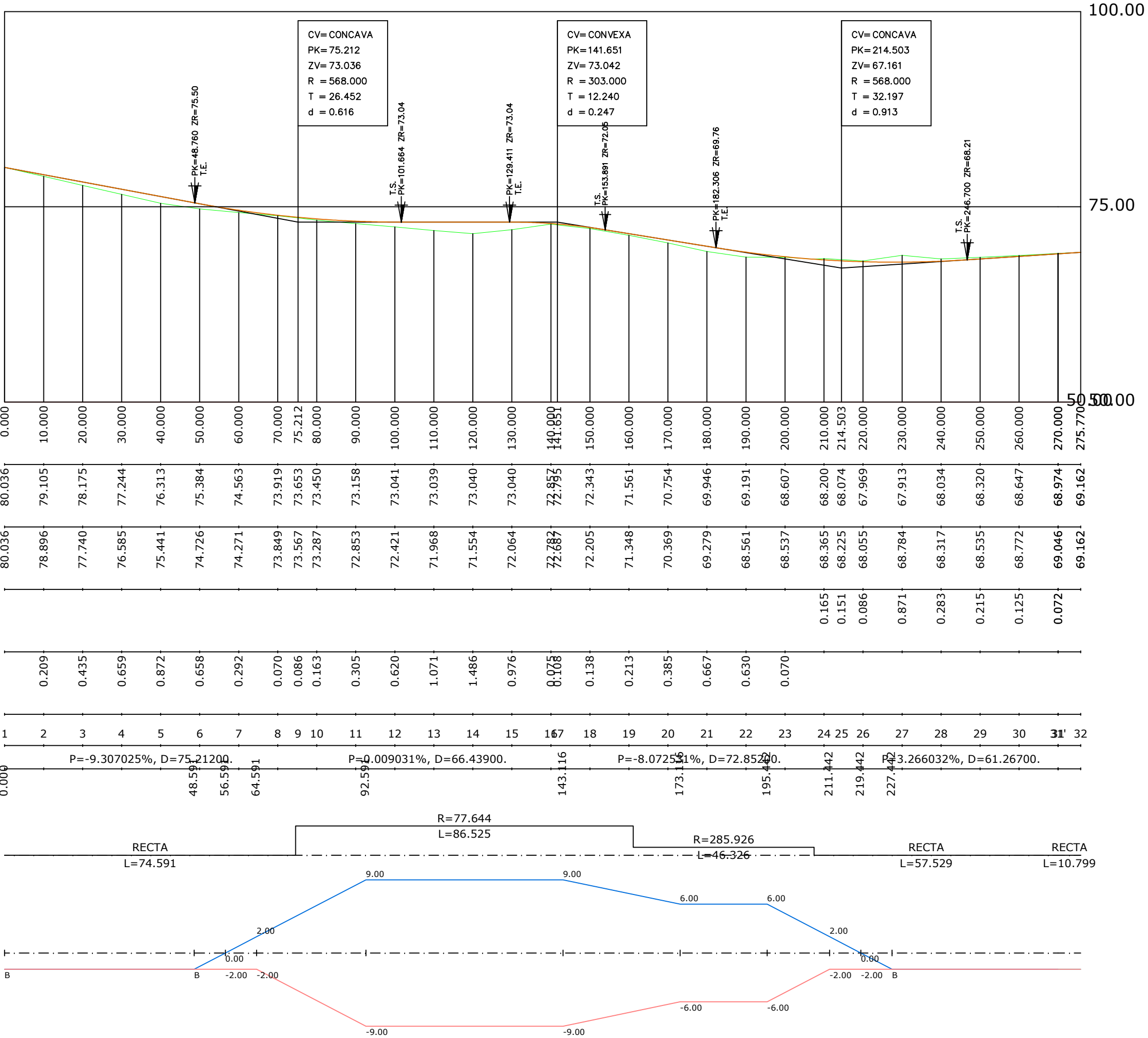
Cotas Rojas Desmonte

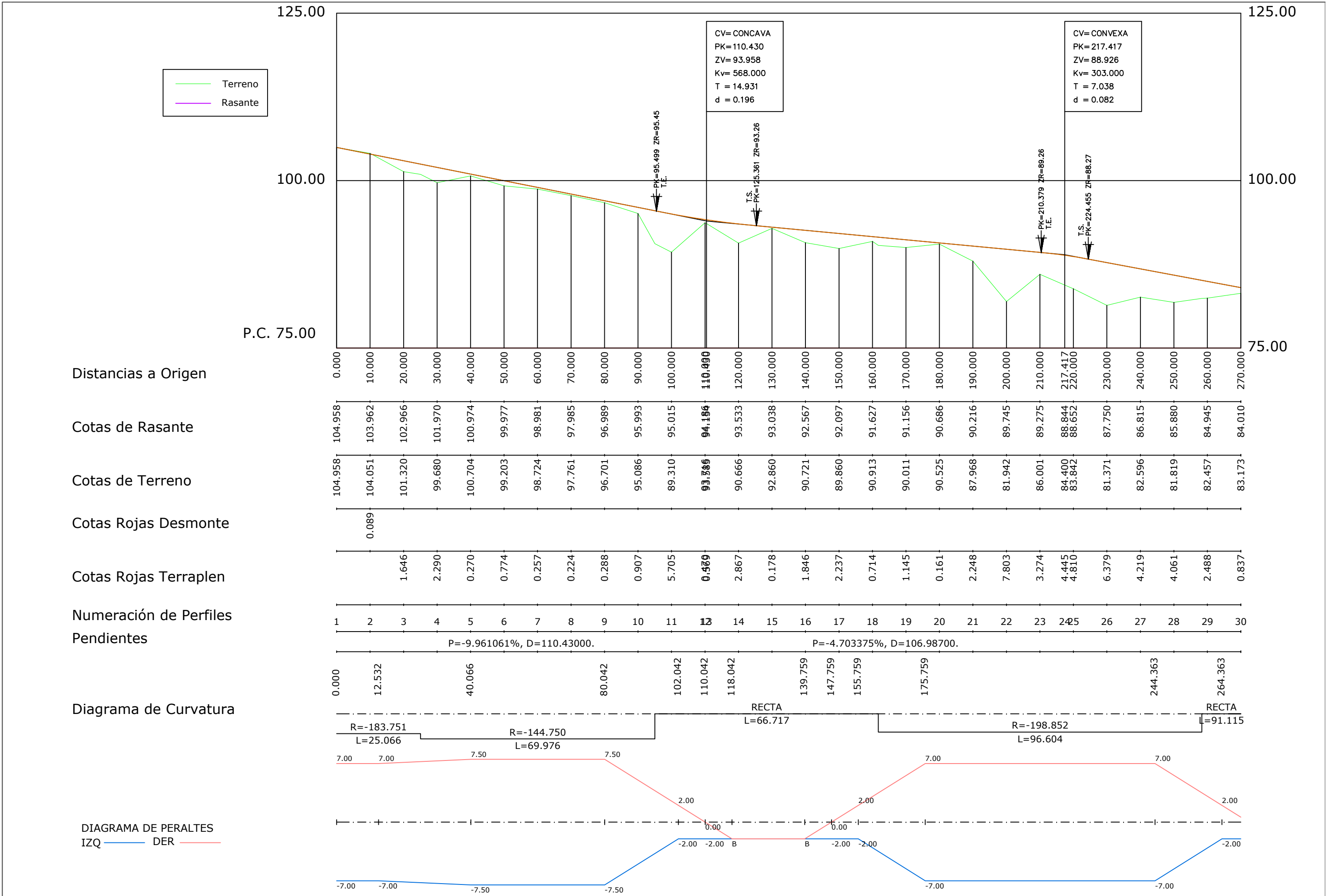
Cotas Rojas Terraplen

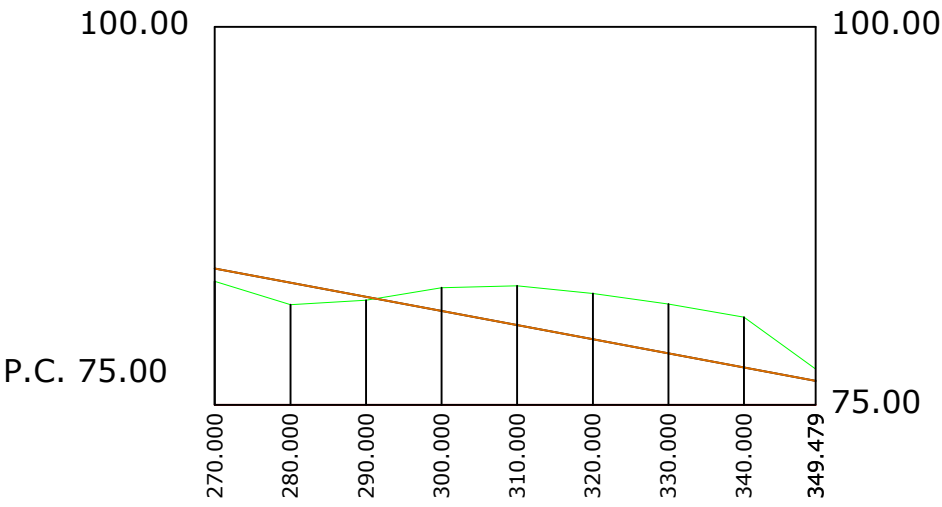
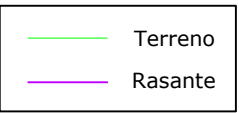
Numeración de Perfiles
Pendientes

Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER







Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles
Pendientes

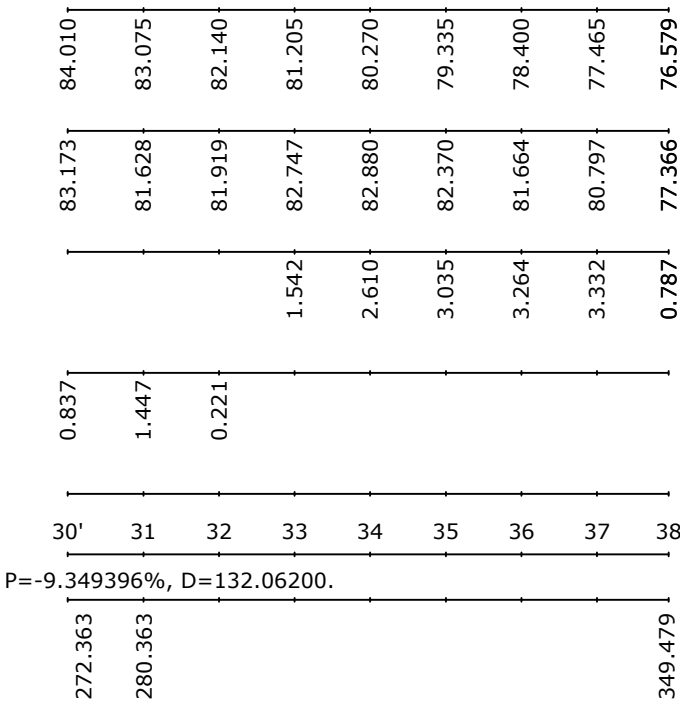


Diagrama de Curvatura

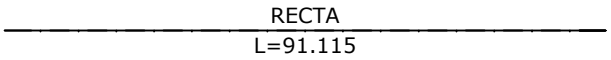
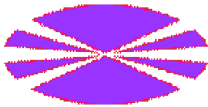
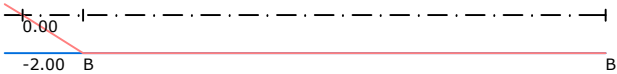


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

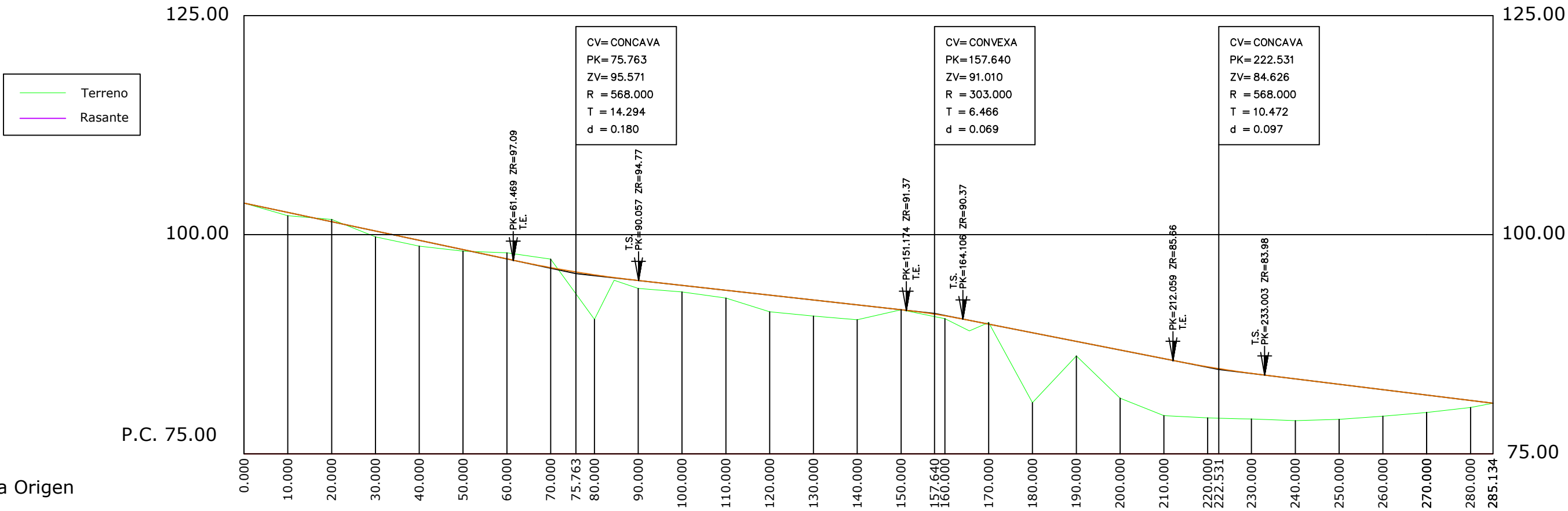
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. carril de
incorporación sur

Plano Nº: 1.6
Hoja Nº: 2 de 2



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

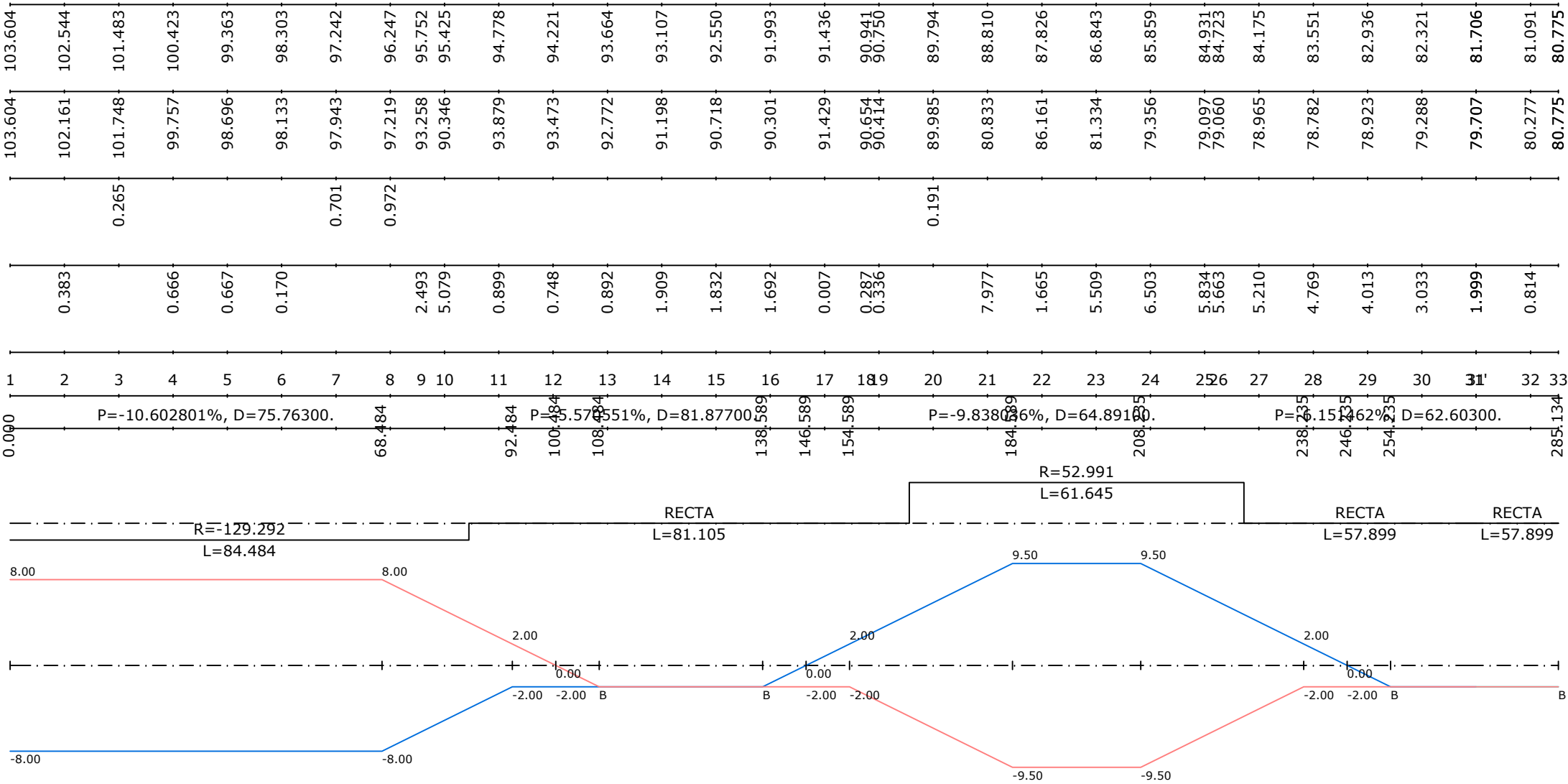
Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles
Pendientes

Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ — DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

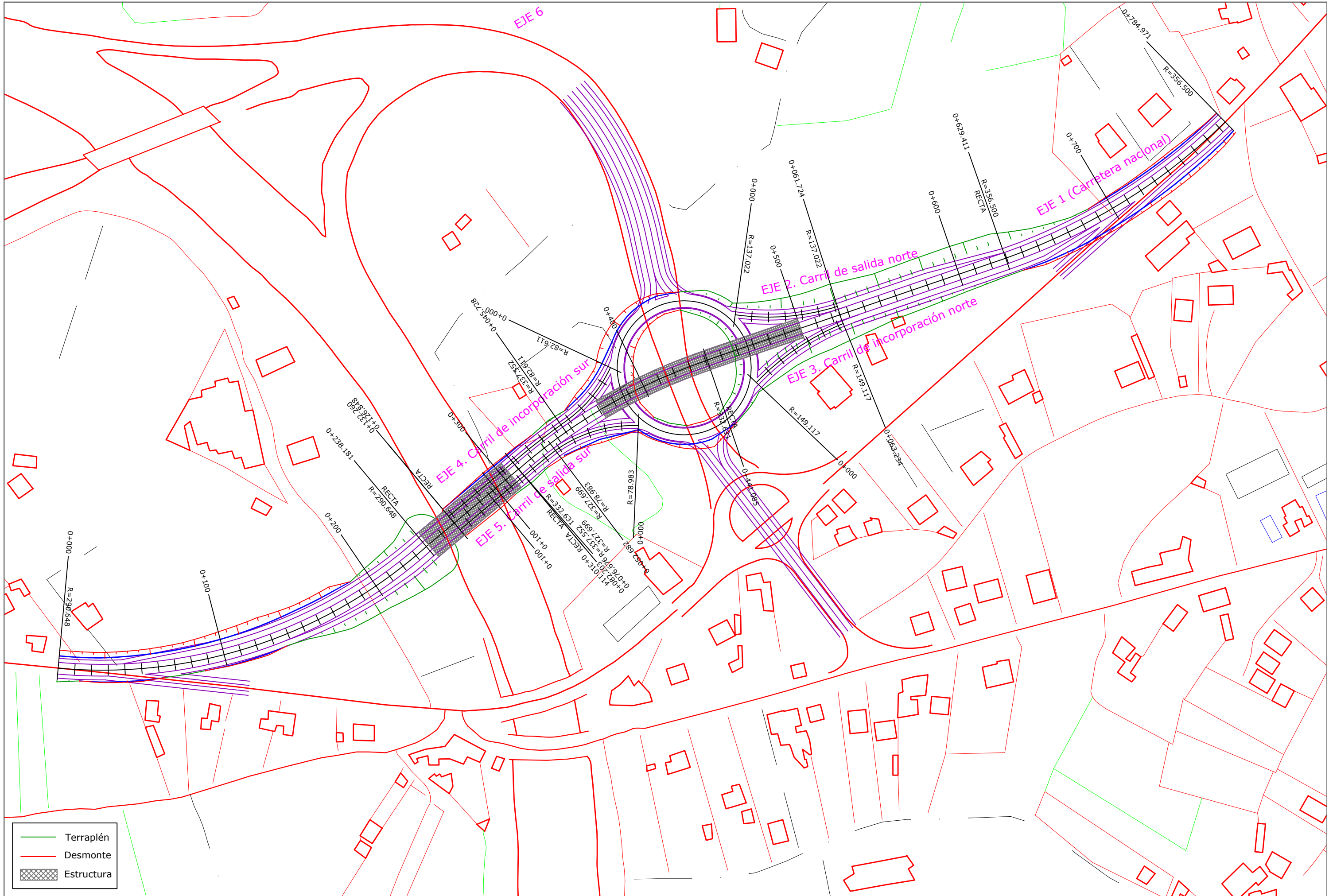
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Carril de salida sur

Plano Nº: 1.7
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la
N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

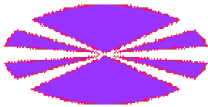
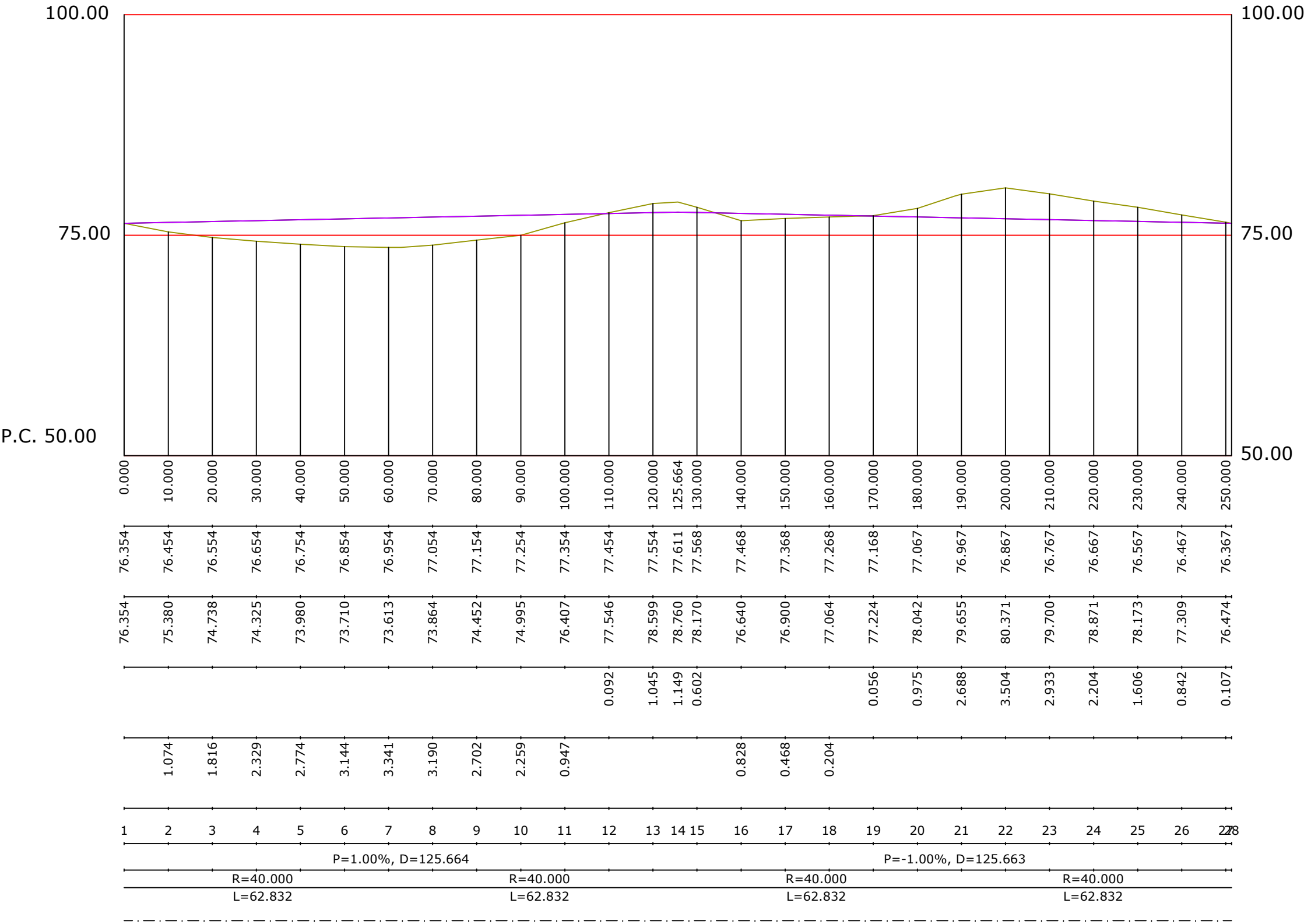
Designación del plano:
Planta alternativa 2

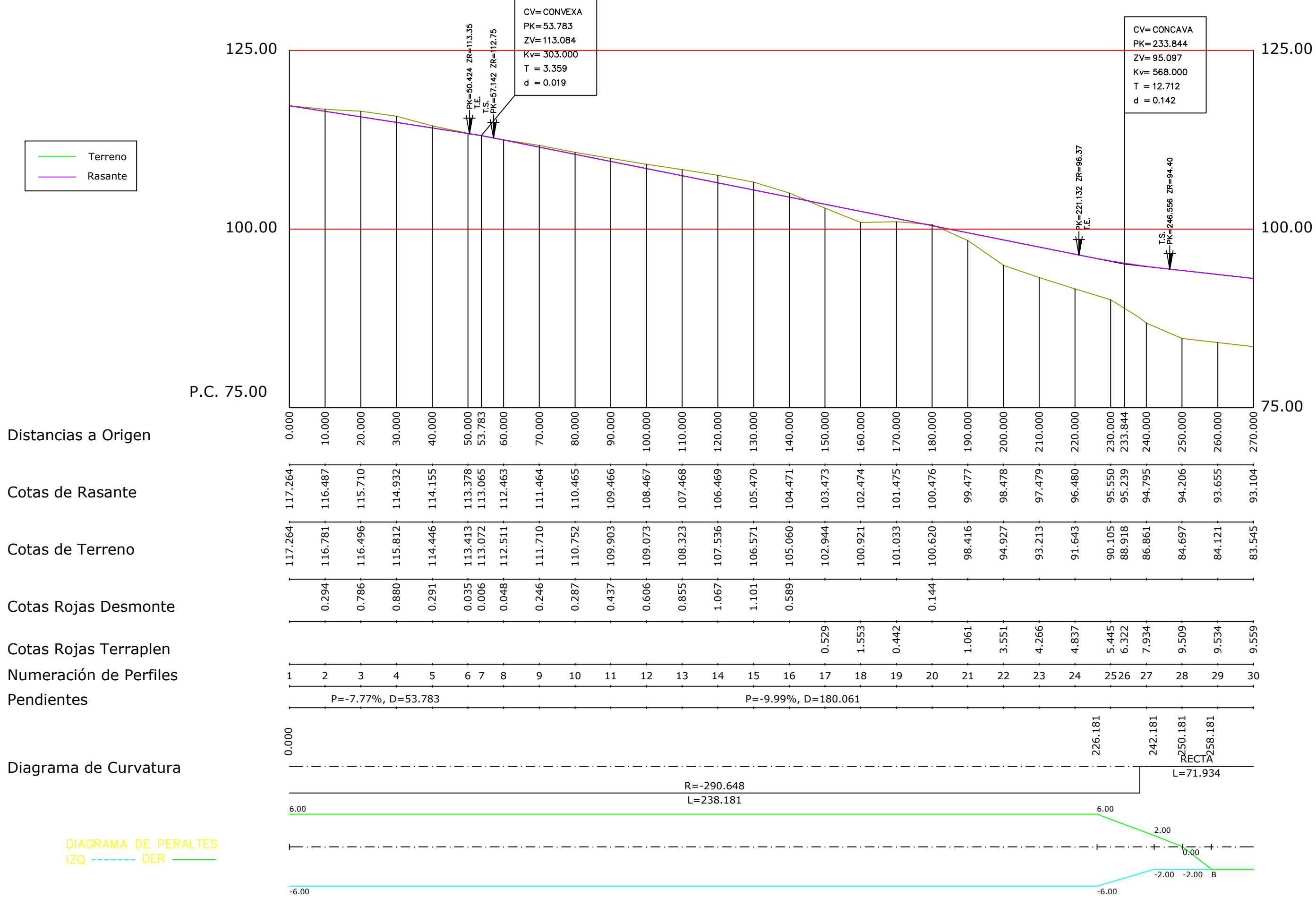
Plano Nº: 2.1
Hoja Nº: 1 de 1

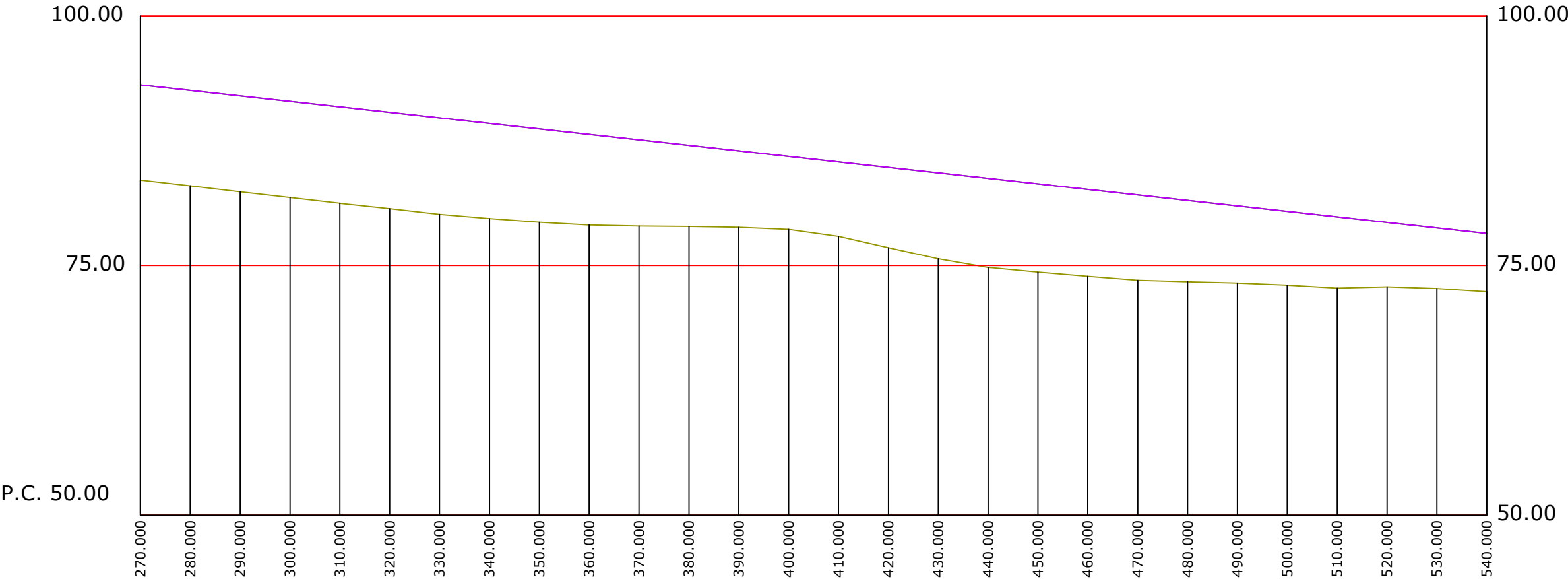
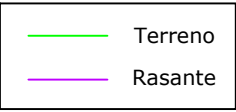


ESCALA:
1: 2000

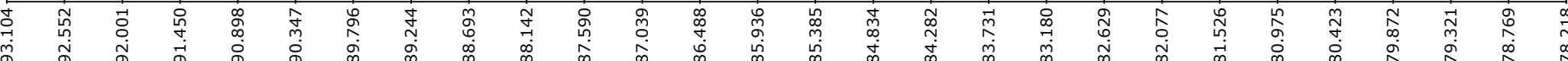
Fecha:
OCTUBRE DE 2015



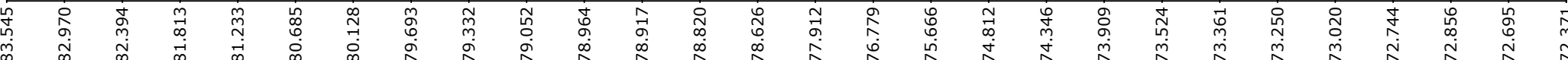




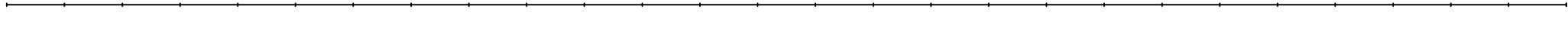
Cotas de Rasante



Cotas de Terreno



Cotas Rojas Desmonte



Cotas Rojas Terraplen



Numeración de Perfiles

Pendientes

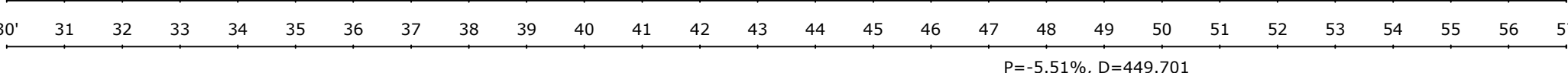


Diagrama de Curvatura

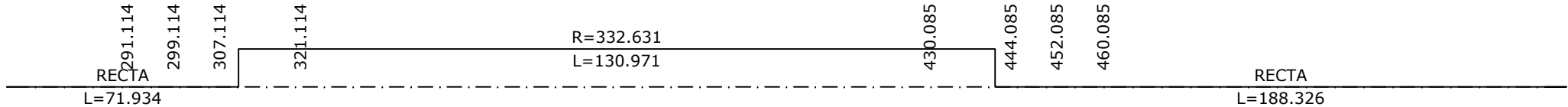
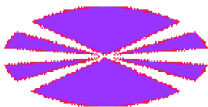
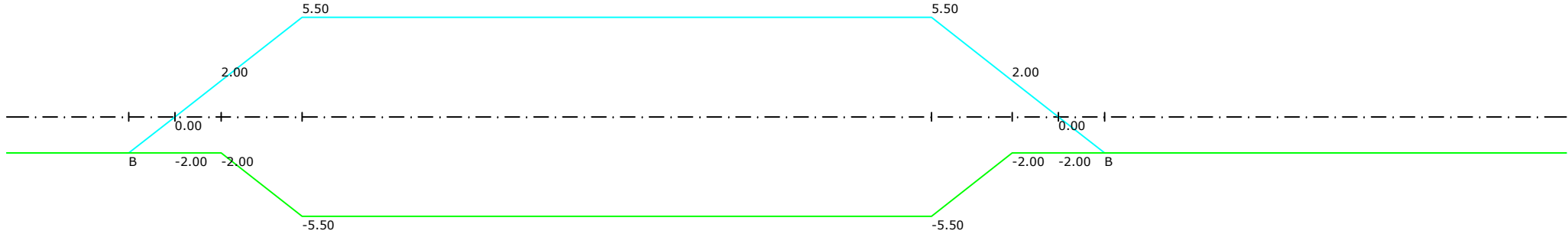


DIAGRAMA DE PERALTES

IZQ

DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:

Mejora de la conexión entre la N-550 y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:

Antonio Sánchez Bao

Firma:

Designación del plano:

Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 2.3

Hoja Nº: 2 de 3



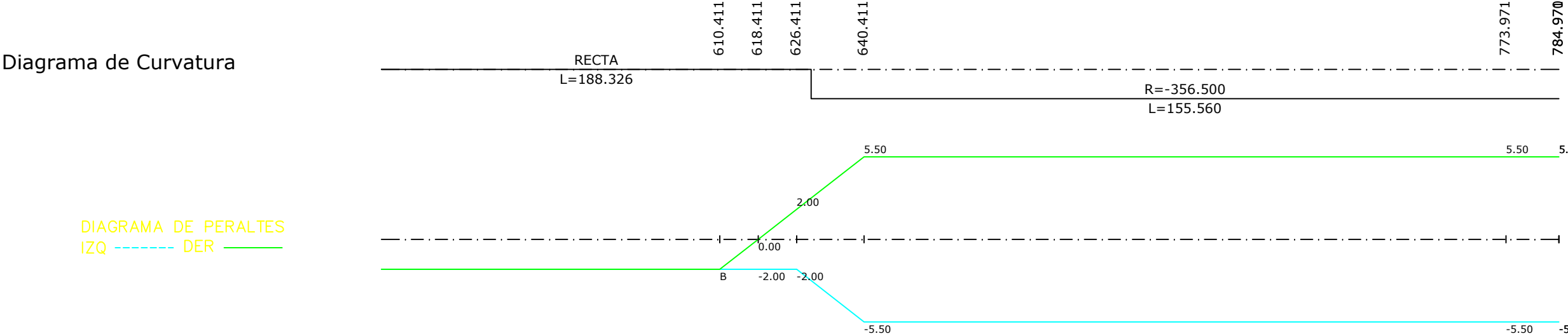
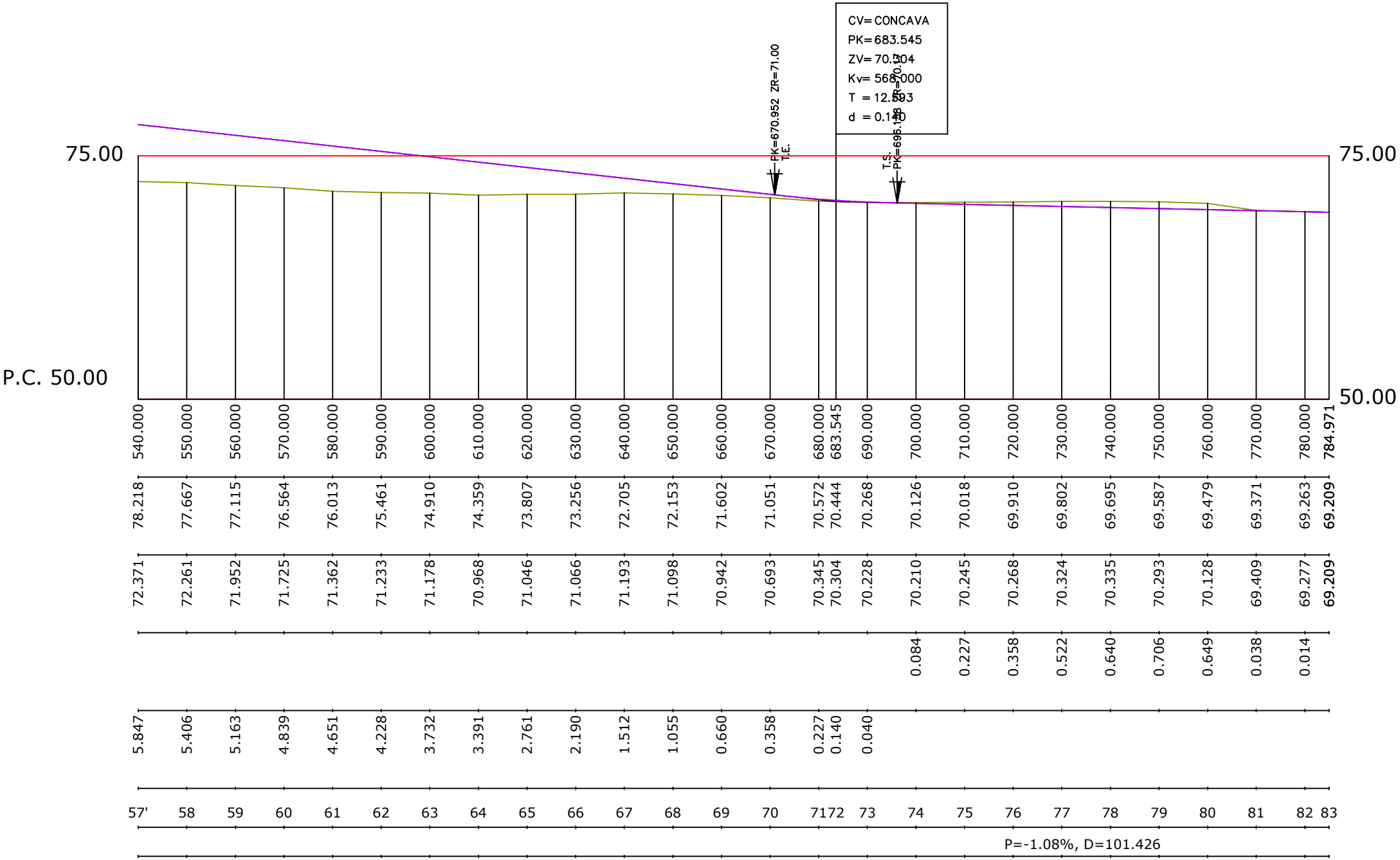
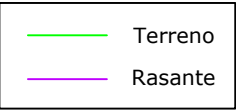
ESCALA:

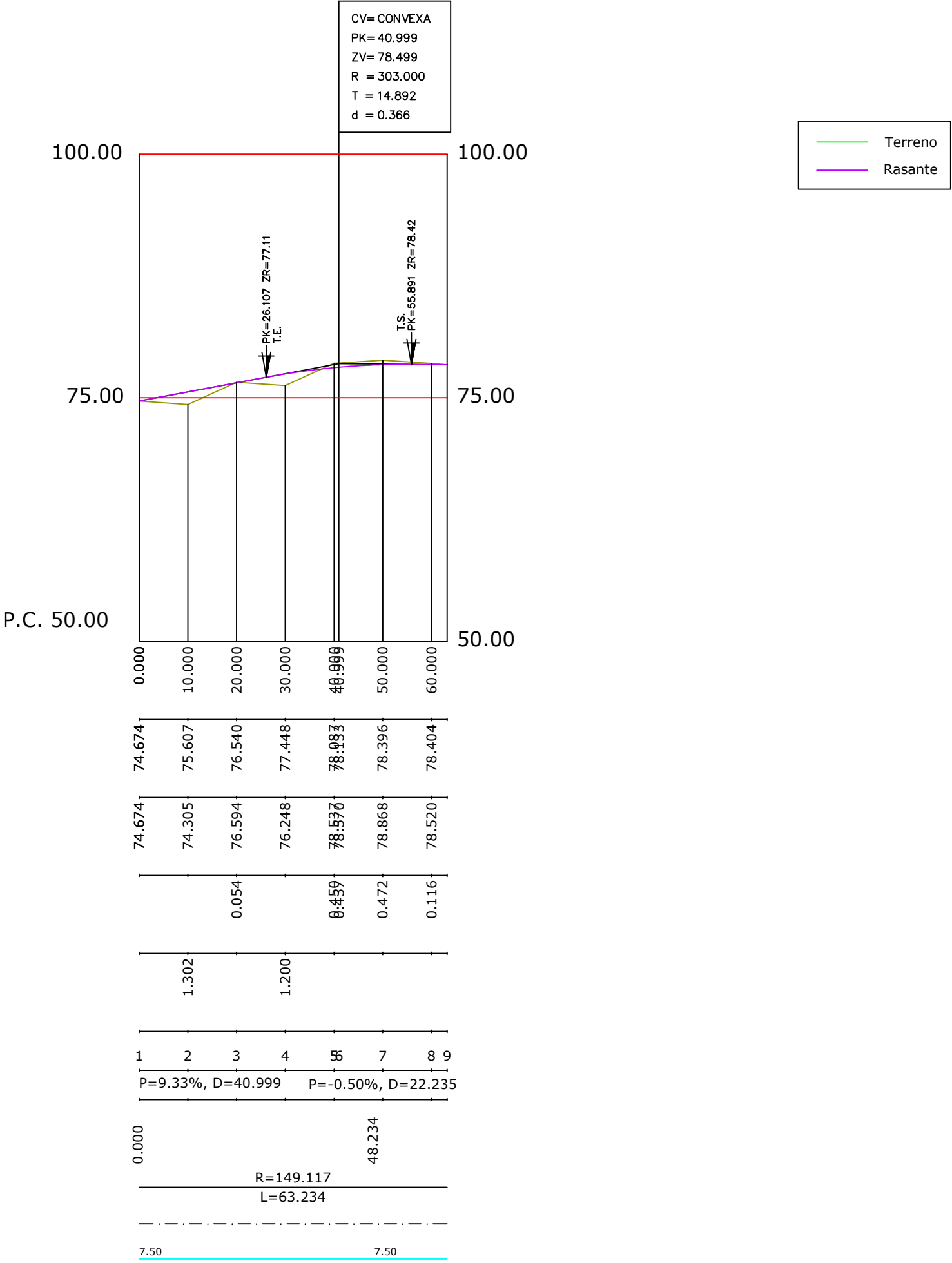
H 1: 1000

V 1: 500

Fecha:

OCTUBRE DE 2015





Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles

Pendientes

Diagrama de Curvatura



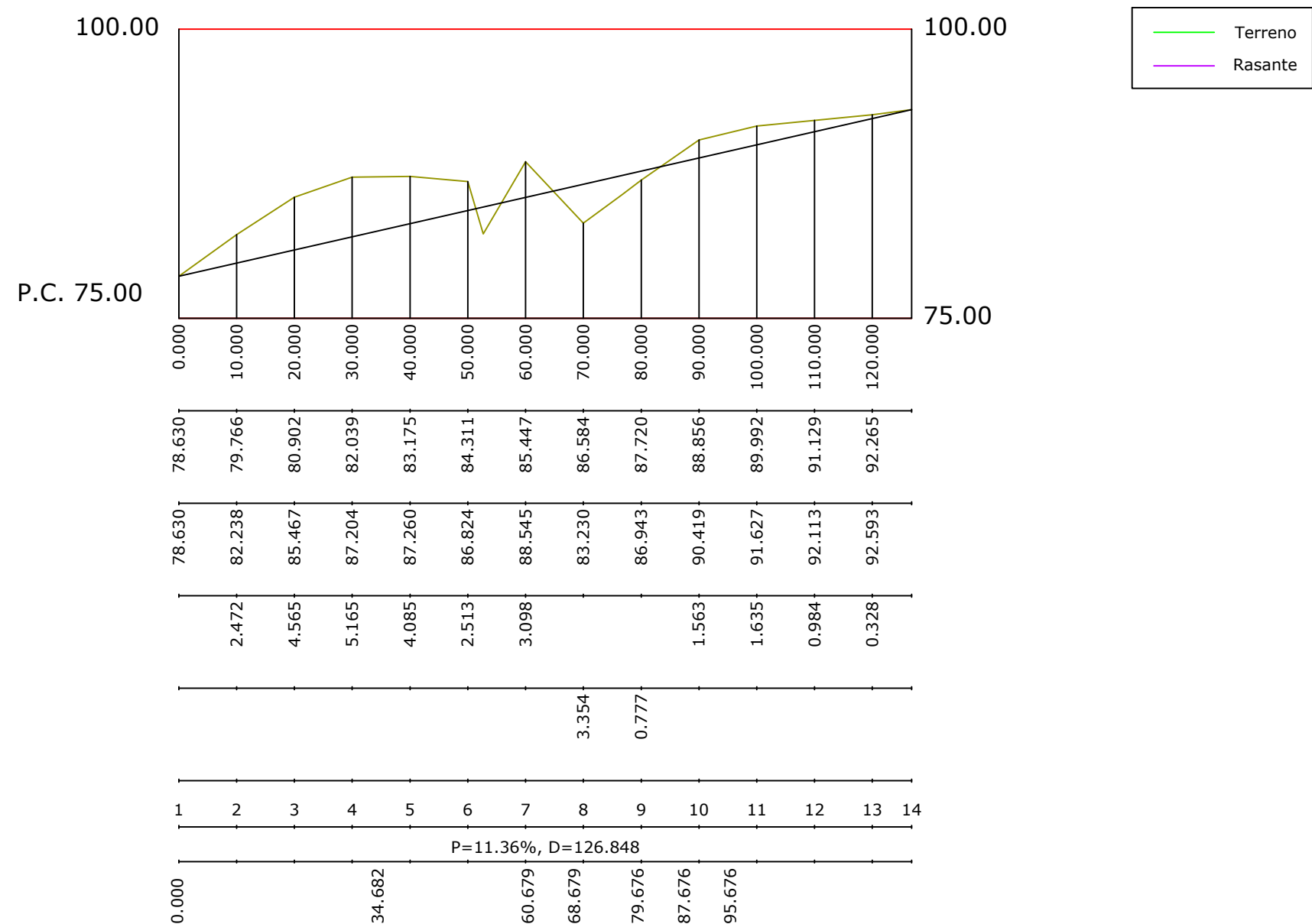
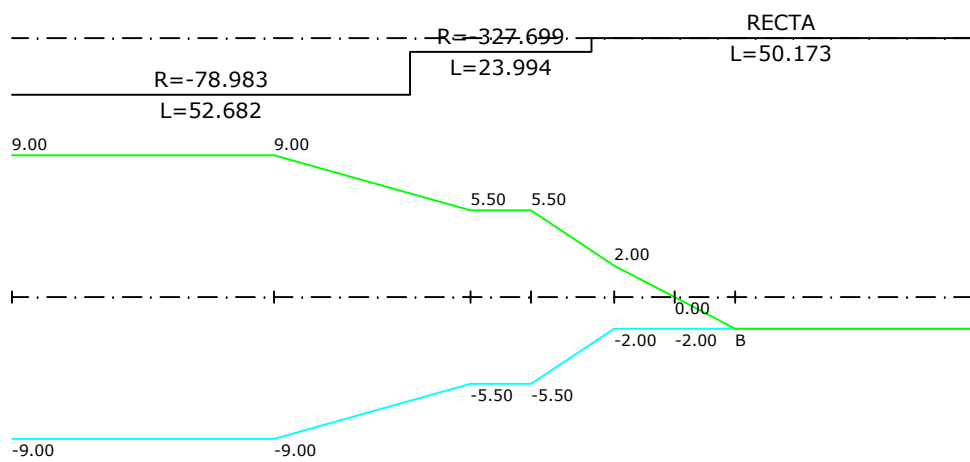


Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ - - - - - DER - - - - -



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

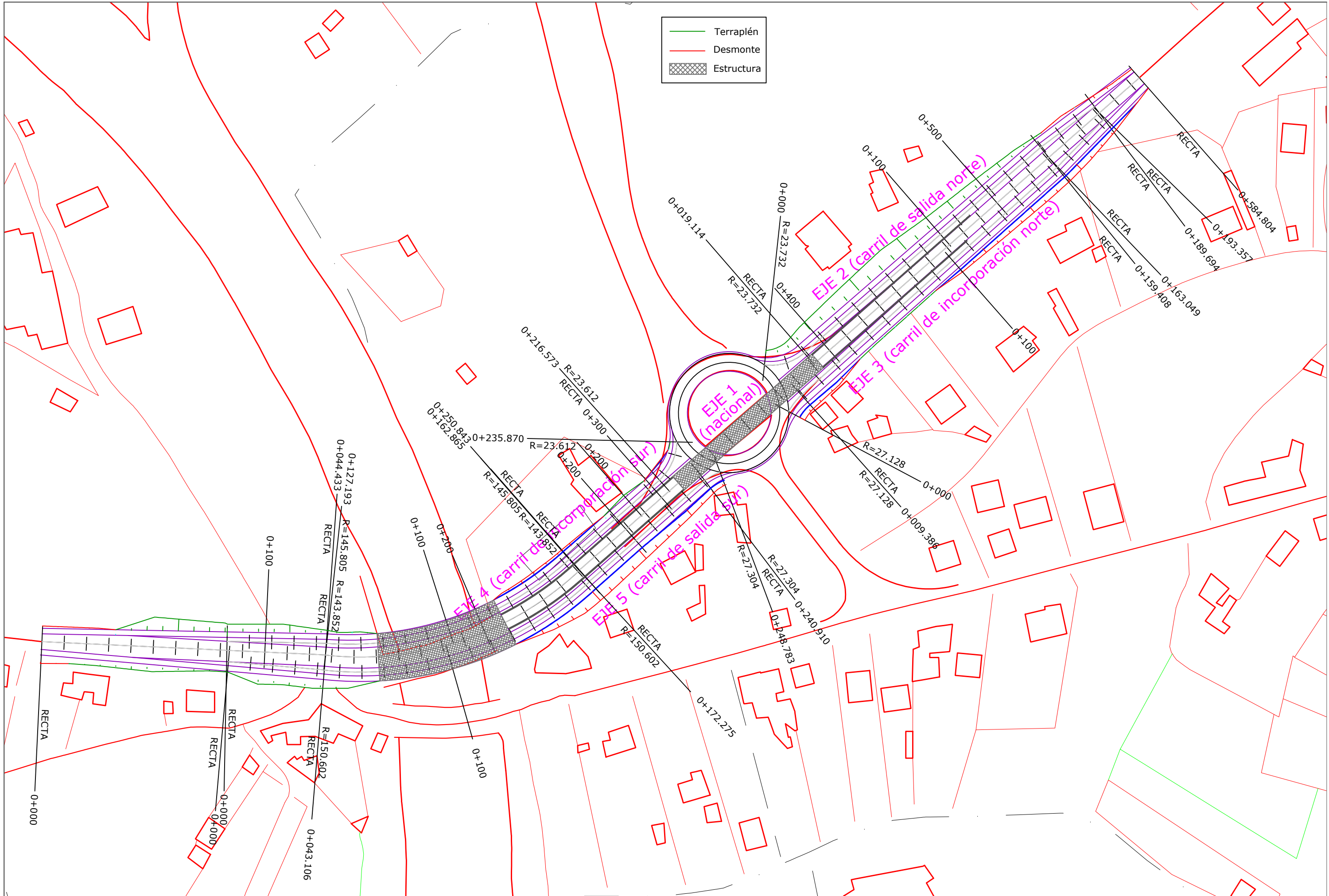
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Carril de salida sur

Plano Nº: 2.7
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



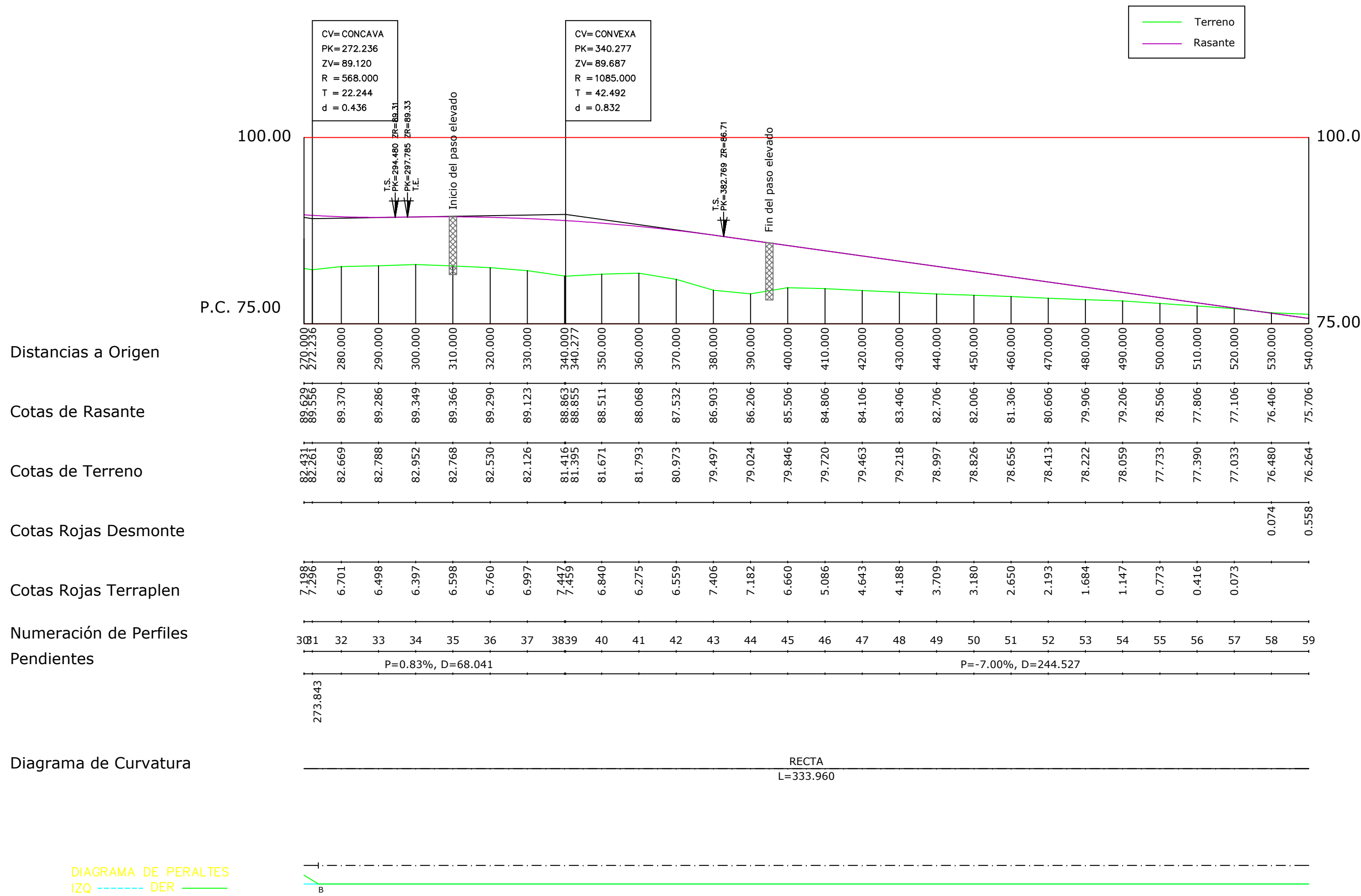


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ - - - - -
DER - - - - -



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

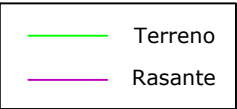
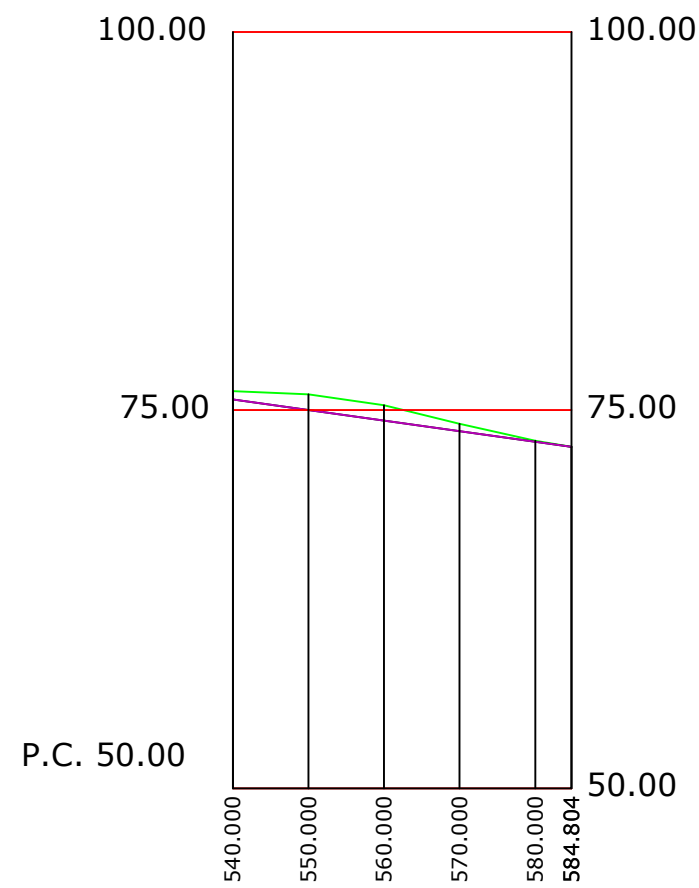
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Nacional

Plano Nº: 3.2
Hoja Nº: 2 de 3



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

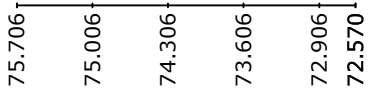
Fecha:
OCTUBRE DE 2015



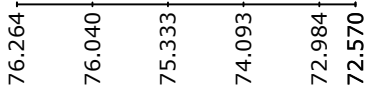
Distancias a Origen



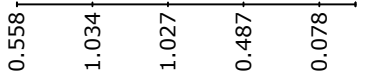
Cotas de Rasante



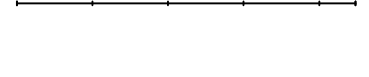
Cotas de Terreno



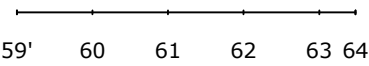
Cotas Rojas Desmonte



Cotas Rojas Terraplen



Numeración de Perfiles



Pendientes

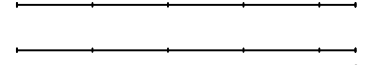


Diagrama de Curvatura

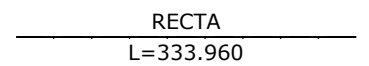
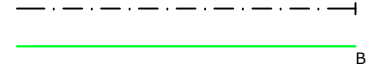
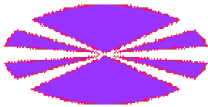
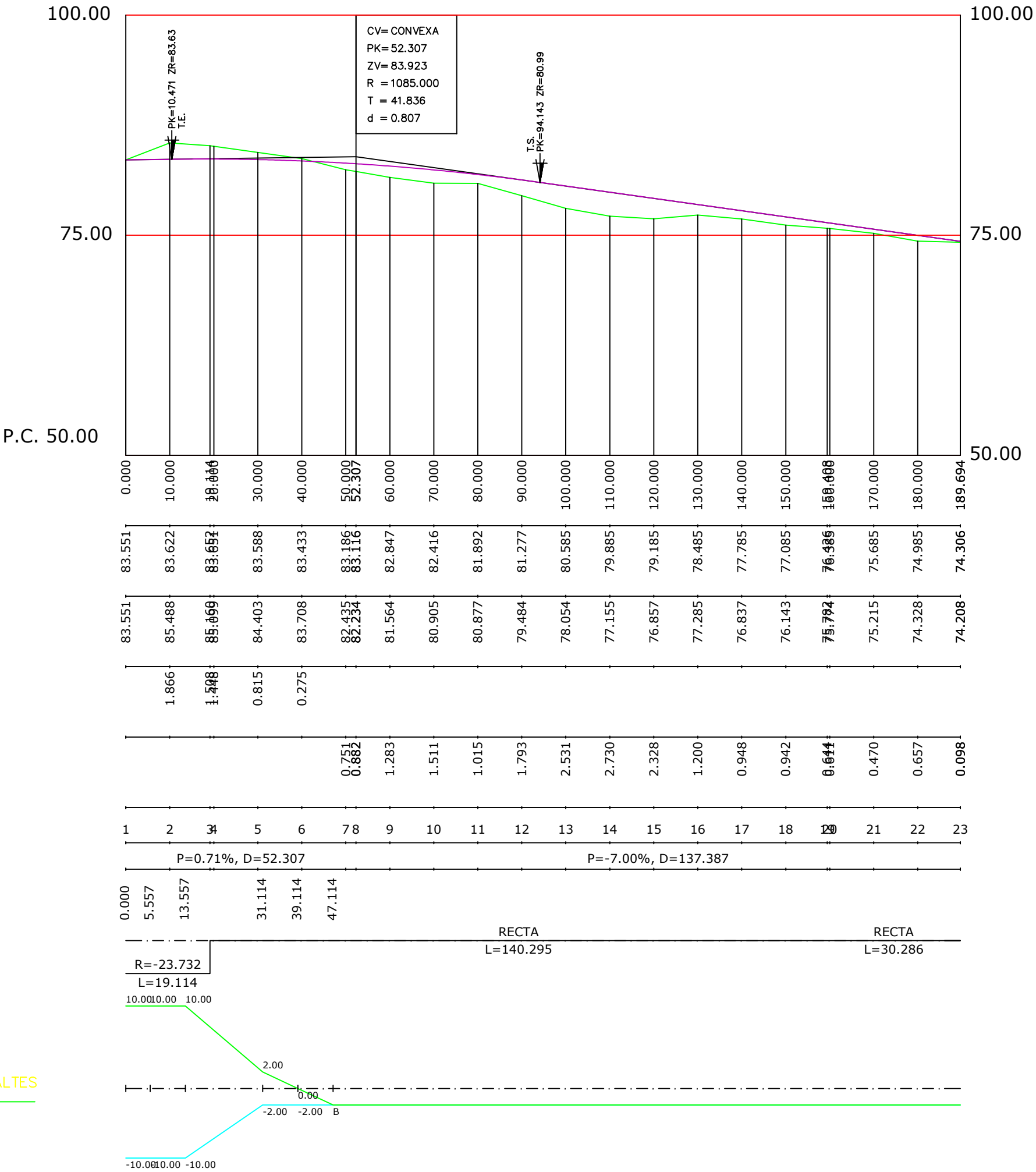
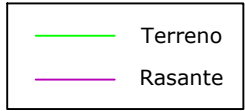
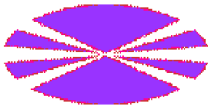
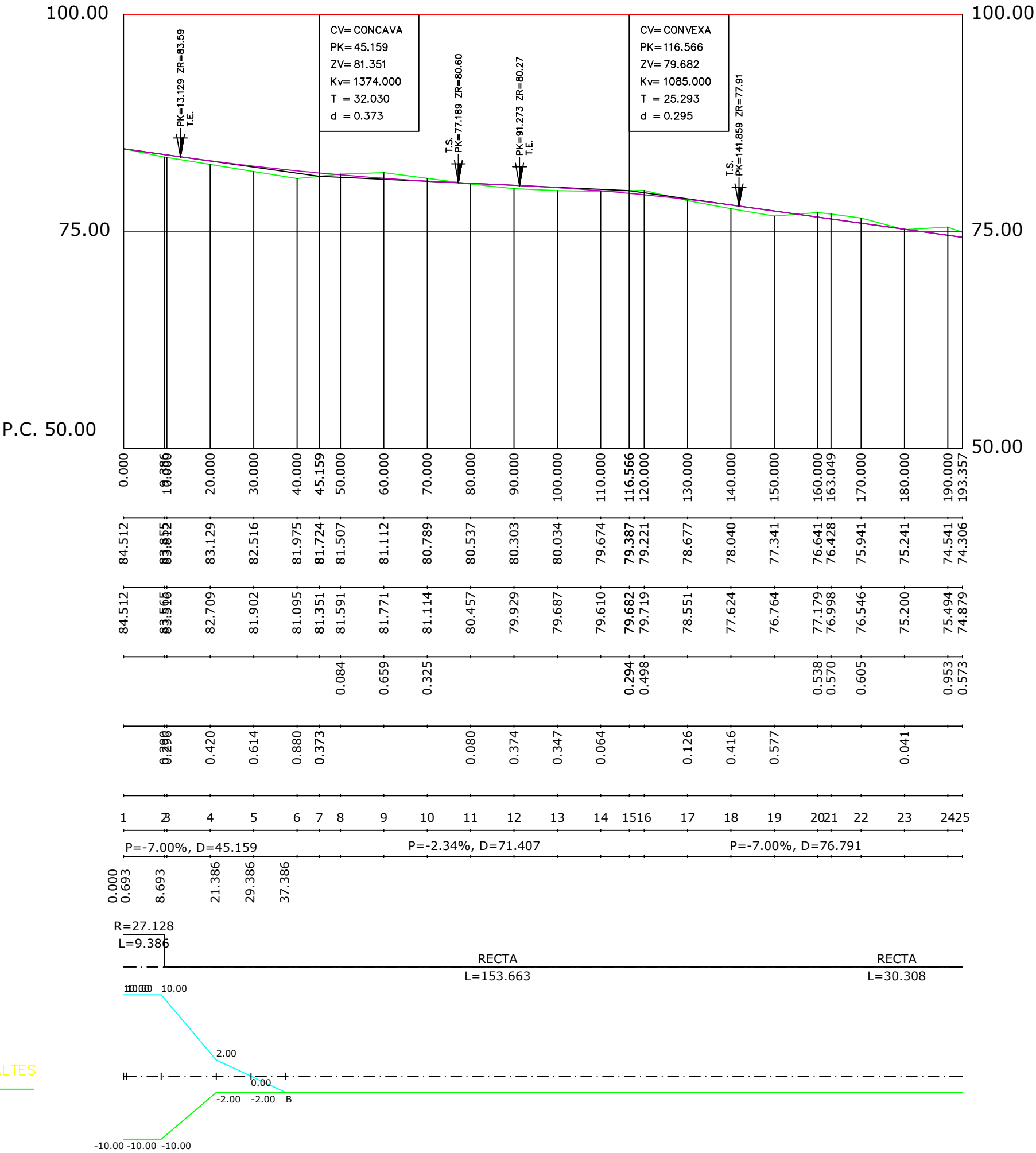
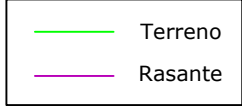
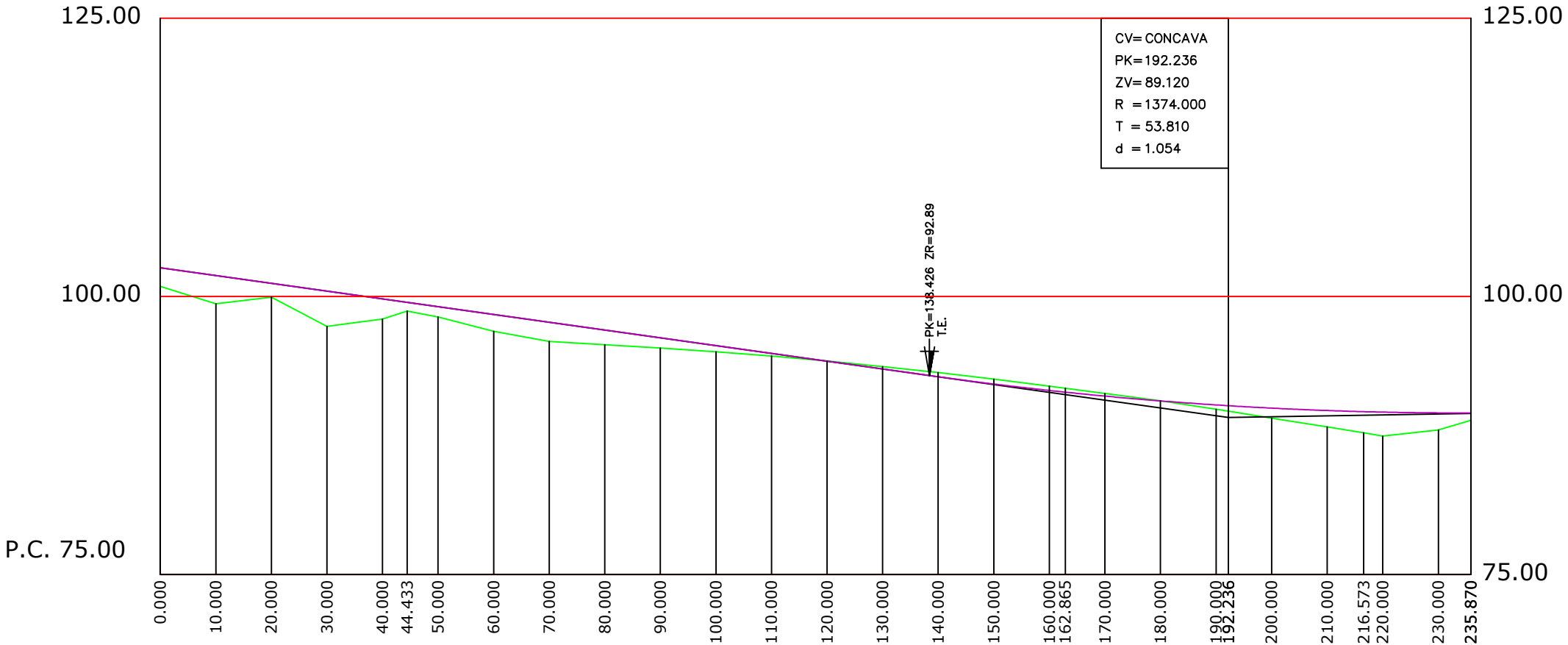
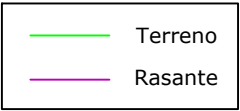


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ - - - - - DER









Distancias a Origen

Cotas de Rasante

Cotas de Terreno

Cotas Rojas Desmonte

Cotas Rojas Terraplen

Numeración de Perfiles
Pendientes

Diagrama de Curvatura

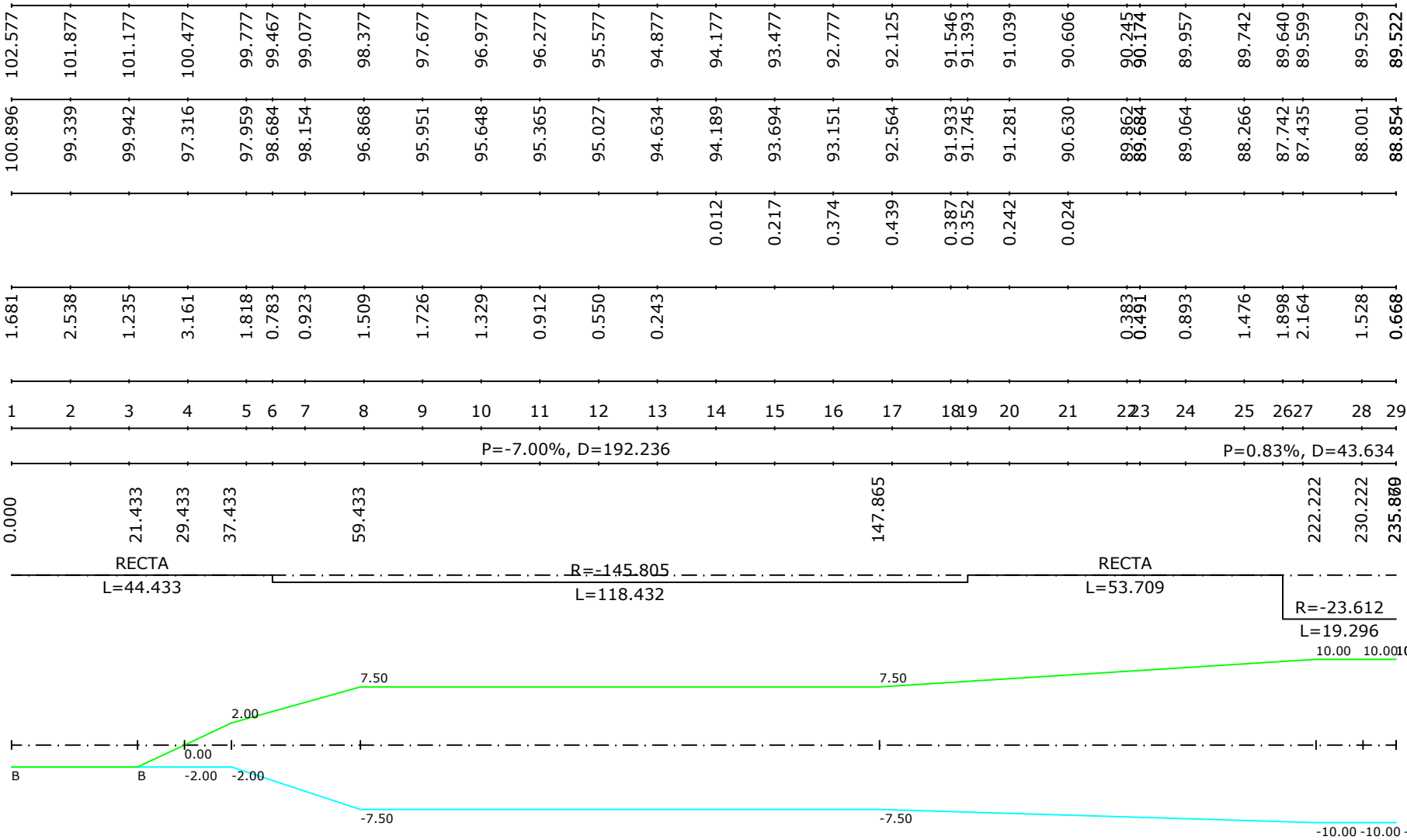
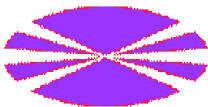


DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ ----- DER -----



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

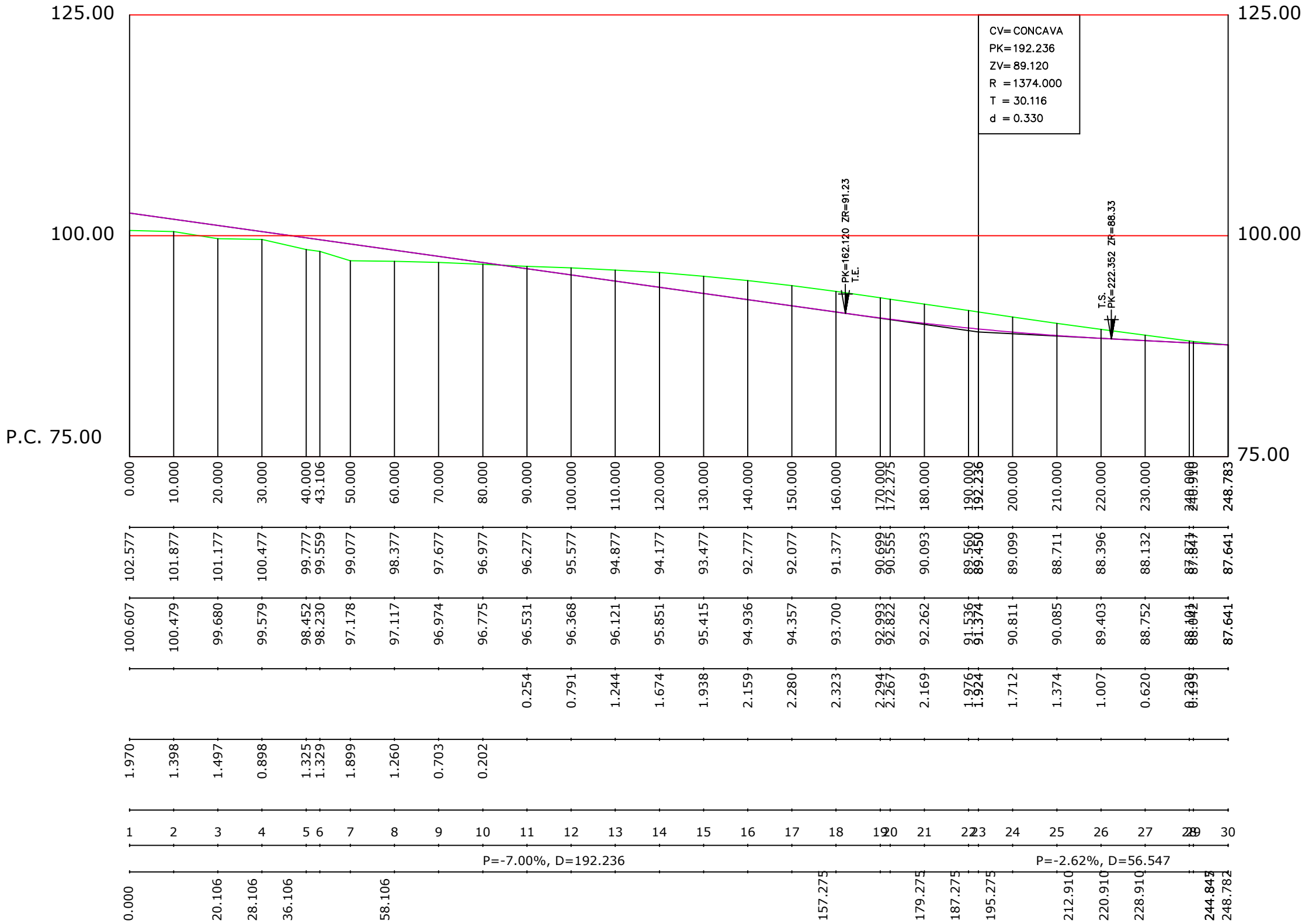
Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Carril de
incorporación sur

Plano Nº: 3.5
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



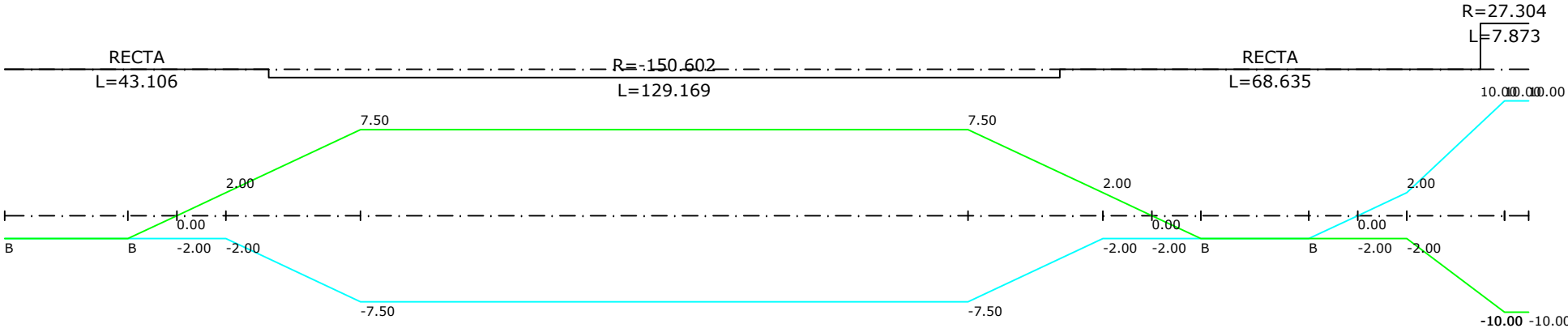
CV= CONCAVA
PK=192.236
ZV= 89.120
R = 1374.000
T = 30.116
d = 0.330

PK=162.120 ZR=91.23
I.E.

T.S.
PK=222.352 ZR=88.33

Diagrama de Curvatura

DIAGRAMA DE PERALTES
IZQ ---- DER



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

Designación del plano:
Perfiles Longitudinales. Carril de salida sur

Plano Nº: 3.6
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
H 1: 1000
V 1: 500

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



APÉNDICE V: LISTADO DE PRECIOS



LISTADO DE PRECIOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO 0.1. TRABAJOS PREVIOS

D38AN015	M2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO M2. Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos incluso carga y transporte de productos a vertedero.	0,41 €
----------	----	--	--------

CAPÍTULO 0.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

D02AA600	M3	RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA M3. Retirada de capa vegetal de 50 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1,79 €
E02CM030	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS m³. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.	2,79 €
D02TA101	M3	RELLEN.TIERRAS MECÁN. S/APORT M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos y con p.p. de costes indirectos, incluido p.p. de costes indirectos.	1,67 €
D02VF001	M3	TRANSPORTE VERTEDERO DE TERRENO < 10 KM. m3. transporte a vertedero de terreno sobrante procedente del movimiento de tierras.	2,76 €
E0330.012	M3	EXTENSIÓN SUELO TOLERABLE PROCEDENTE DE LA TRAZA .Extendido, riego y compactado con suelo tolerable, procedente de la excavación,para la formación de la explanada.	1,77 €

CAPÍTULO 0.3. FIRMES

D38GC115	M3	SUELO ESTABILIZADO 1 M3. Suelo estabilizado tipo suelo-cemento,con 30 kg/m3 de cemento PA-350, incluso cemento, extendido y compactación.	3,91 €
D38GC117	M3	SUELO ESTABILIZADO 2 M3. Suelo estabilizado tipo suelo-cemento,con 50 kg/m3 de cemento PA-350, incluso cemento, extendido y compactación.	4,65 €
U03CZ040	m2	ZAHORRA ARTIFICIAL 60% BASE e=25 cm. Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25), en capas de base de 25 cm. de espesor, con 60 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento.	6,24 €
U03RI080	m2	RIEGO DE IMPRIMACIÓN ECL-1 Riego de imprimación, con emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta ECL-1, en capas granulares, con una dotación de 1 kg/m2, incluso barrido y preparación de la superficie.	0,47 €
U03VC020	m2	CAPA DE BASE G-25 e=14 cm. D.A.<35 m2. Mezcla bituminosa en caliente tipo G-25 en capa de base, áridos con desgaste de los ángeles < 35, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto filler de aportación y betún.	7,93 €
U03RA060	m2	RIEGO DE ADHERENCIA ECR-1 Riego de adherencia, con emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida ECR-1 con una dotación de 0,50 kg/m2, incluso barrido y preparación de la superficie.	1,06 €

LISTADO DE PRECIOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

U03VC035	m2	CAPA INTERMEDIA S-20 e=8 cm. D.A.<30 m2. Mezcla bituminosa en caliente tipo S-25 en capa intermedia, con áridos con desgaste de los ángeles < 30, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto filler de aportación y betún.	7,92 €
----------	----	--	--------

U03RA061	m2	RIEGO DE ADHERENCIA BETÚN RESIDUAL Riego de adherencia, con emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida ECR-1 modificada con elastómeros con una dotación de 0,50 kg/m2, incluso barrido y preparación de la superficie.	1,06 €
----------	----	---	--------

U03VC060	m2	CAPA RODADURA D-20 e=5 cm. D.A.<30 m2. Mezcla bituminosa en caliente tipo D-20 en capa de rodadura, con áridos con desgaste de los ángeles < 30, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto filler de aportación y betún.	8,26 €
----------	----	---	--------

U03RA070	m2	RIEGO DE ADHERENCIA ECR-2 Riego de adherencia, con emulsión asfáltica aniónica de rotura rápida ECR-2, con una dotación de 0,50 kg/m2, incluso barrido y preparación de la superficie.	1,06 €
----------	----	---	--------

U03VC090	m2	CAPA ROD.DREN.DRENATE M-10 m2.Mezcla bituminosa en caliente tipo drenante P-12 en capa de rodadura, con áridos con desgaste de los ángeles < 20, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto filler de aportación y betún modificado.	8,80 €
----------	----	--	--------

CAPÍTULO 0.4. DRENAJES

U02JR020	m.	CUNETA REVESTIDA HORMIGÓN TIPO V2 DESMONTE Cuneta triangular tipo V2 de h=0,50 m. con taludes 3/2, revestida de hormigón HM-20 de espesor 12 cm., incluso compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p.p. de encofrado, terminada.	32,64 €
----------	----	---	---------

U02JR030	m.	CUNETA REVESTIDA HORMIGÓN TIPO V3 TERRAPLEN Cuneta triangular tipo V3 de h=0,50 m. con taludes 1/1, revestida de hormigón HM-20 de espesor 12 cm., incluso compactación y preparación de la superficie de asiento, regleado y p.p. de encofrado, terminada.	25,31 €
----------	----	--	---------

U02KH040	m.	CAÑO HORMIGON EN MASA ML. Tubo de hormigón armado D= 180 cm. interior, clase 60 para drenaje y saneamiento, unión por junta de goma, colocado en zanja bajo terraplén, sobre cama de hormigón en masa HM-20, y posterior relleno de la zanja con material adecuado procedente de la excavación, incluso excavación, encofrado, hormigonado y relleno totalmente terminados.	86,31 €
----------	----	--	---------

U02VB030	ud	BOQUILLA CAÑO D=100 cm. Boquilla para caño D=1,00 m., formada por imposta de 0,50x0,20 m., aletas de h=1,50 m. y espesor 0,35 m., con talud 2/1, cimientos de 0,60x0,50 m., solera entre aletas de espesor 0,25 m., incluyendo excavación, encofrado, hormigón HM-20 en cimientos y alzados, terminado.	1.142,97 €
----------	----	--	------------

D38CC015	MI	BAJANTE PREFABRICADA DE HORMIGÓN MI. Bajante prefabricada de aguas pluviales, en hormigón HM-12,5/P/40/IIA, i/colocación.	45,64 €
----------	----	--	---------

LISTADO DE PRECIOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO 0.5. ESTRUCTURAS

D05DF001	M2	ESTRUCT. PASO ELEVADO TABLERO NERVADO PREFABR. SOBRE PILA HORMIGÓN M2. Estructura de hormigón armado de vigas prefabricadas para pasos superiores con luces de hasta 15 m. y pilares de menos de 20 m. de altura, formada por, estribos, losa vigas prefabricadas con armadura de hormigón pretensado. Totalmente terminado según normativa.	848,00 €
----------	----	--	----------

CAPÍTULO 0.6. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS, DEFENSAS

D385AAAE	ml	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL CALZADA ÚNICA ml. Marcas viales reflexivas continuas, discontinuas, simbolos y cebreados, con pintura alcídica blanca de diferentes anchos, realmente pintada, incluso premarcaje.	11,13 €
D38AAAC	ml	SEÑALIZACIÓN VERTICAL CALZADA ÚNICA ml. Señales viales verticales triangulares, rectangulares, circulares y octogonales de distintos tamaños y diámetros, paneles y carteles, incluso poste galvanizado, tornillería, cimentación y anclaje, totalmente colocado.	27,27 €
D38AAAQ	ml	BALIZAMIENTO Y DEFENSA ML. Balizamieto y defensa incluido captafars, barreras, balizas cilíndricas abatibles , hitos kilométricos de fibra de vidrio con poste de sustentación y de arista de h=105 cm, incluso colocación	49,09 €

LISTADO DE PRECIOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------



APÉNDICE VI: PRESUPUESTOS



ALTERNATIVA 1

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)	%
TRABAJOS PREVIOS	8.963,76	0,19
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	812.177,12	17,19
FIRMES	460.375,37	9,74
DRENAJES	101.090,63	2,14
ESTRUCTURAS	3.153.635,68	66,75
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS, DEFENSA	188.320,47	3,99
TOTAL (P.E.M.)	4.724.563,03	



ALTERNATIVA 2

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)	%
TRABAJOS PREVIOS	5.895,65	0,12
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	720.925,99	14,50
FIRMES	423.827,94	8,52
DRENAJES	88.553,02	1,78
ESTRUCTURAS	3.609.902,08	72,58
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS, DEFENSA	124.267,30	2,50
TOTAL (P.E.M.)	4.973.371,98	



ALTERNATIVA 3

DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)	%
TRABAJOS PREVIOS	2.436,30	0,07
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	108.759,28	3,22
FIRMES	433.817,99	12,85
DRENAJES	50.409,95	1,49
ESTRUCTURAS	2.696.640,00	79,85
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTOS, DEFENSA	84.986,92	2,52
TOTAL (P.E.M.)	3.377.050,44	



ANEJO Nº 6: TRAZADO



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

2.1.- TRAZADO EN PLANTA

2.2.- TRAZADO EN ALZADO

2.3.- COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO

2.4.- SECCIÓN TRANSVERSAL

2.4.1.- BOMBEO EN RECTA

2.4.2.- PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVA

2.4.3.- ALTURA LIBRE

2.5.- SECCIONES TRANSVERSALES ESPECIALES

2.6.- GLORIETA

2.6.1.- INTRODUCCIÓN

2.6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA GLORIETA

APÉNDICE I: ESTADO DE ALINEACIONES

APÉNDICE II: ESTADO DE RASANTES



1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrolla el estudio del trazado geométrico y de las secciones transversales de los ejes que componen el anteproyecto. Se ha consultado para su elaboración la siguiente normativa:

- “Norma 3.1. IC. Instrucción de carreteras. Trazado” Ministerio de Fomento
- “Recomendaciones sobre glorietas”
- “Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas” Dirección General de Transportes, Consejería de Política Territorial

La propuesta adoptada como óptima cumple con todos los requerimientos exigidos, permitiendo una circulación fluida y segura para los usuarios.

2.- DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La intersección objeto de estudio conecta la N-550, la A-6 y la DP-1702. Debido a la proximidad de las edificaciones a la calzada y a la presencia de la intersección, actualmente la N-550 presenta una limitación de 50 km/h que se mantiene en una distancia mucho mayor a la afectada por la obra en dirección La Coruña, y también al Sur de la glorieta debido a la pendiente requerida para salvar el gálibo e la A-6 y al radio de de la curva, de modo que se mantiene la velocidad de proyecto para el tronco principal en 50 km/h.

Respecto a los ramales del enlace, se proyectan para una velocidad de 40 km/h, debido a las dificultades del relieve, que requieren fuertes inclinaciones de la rasante y a la escasa longitud de los mismos.

2.1.- TRAZADO EN PLANTA

A continuación se detallan los distintos elementos del trazado en planta y las condiciones que estos deben cumplir.

ALINEACIONES RECTAS

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc, es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas

longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

La longitud mínima admisible y máxima deseable de acuerdo a la Norma 3.1-IC Trazado, dependen de la velocidad de proyecto en la siguiente proporción:

$$L_{\min,s} = 1,39 \cdot V_p = 69,5 \text{ m}$$

$$L_{\min,o} = 2,78 \cdot V_p = 139 \text{ m}$$

$$L_{\max} = 16,70 \cdot V_p = 835 \text{ m}$$

Donde:

$L_{\min,s}$ es la longitud mínima (m) para trazados en «S» (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min,o}$ es la longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{\max} es la longitud máxima (m).

V_p es la velocidad de proyecto (km/h).

CURVAS CIRCULARES

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

Según la Instrucción 3.1-IC, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares, para una carretera convencional con velocidad de proyecto de 50 Km/h, será de 85 metros. En el tronco principal se proyecta una única curva de 143 m, olgadamente superior.

Por otro lado, también se establecen unos valores para el peralte de la carretera según el radio que son los siguientes:

Grupo 2) Carreteras C-80, C-60 y C-40:



$$50 \leq R \leq 350 \rightarrow p = 7$$

$$350 \leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3}$$

$$2500 \leq R < 3500 \rightarrow p = 2$$

$$3500 \leq R \rightarrow \text{Bombeo}$$

En el apartado 4.3.3 “Características”, de la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, se indica que la velocidad, el radio y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionan mediante la fórmula:

$$V_*^2 = 127 \cdot R \cdot (f_t + p/100)$$

Siendo:

V_* = velocidad (km/h).

R = radio de la circunferencia (m).

f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = peralte (%).

Para toda curva circular en el tronco de la calzada, con el peralte que le corresponde según se indica en el apartado 4.3.2, se cumplirá que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de f_t de la tabla siguiente.

V_e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f_t	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Se adopta como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R .

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación.

a.- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal

La variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte deberá limitarse a un valor J aceptable desde el punto de vista de la comodidad.

Suponiendo a efectos de cálculo que la clotoide se recorre a velocidad constante igual a la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor, el parámetro A en metros, deberá cumplir la condición siguiente:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{V_e \cdot R_0}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \frac{(p_0 - p_1)}{\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right)} \right]}$$

Siendo:

V_e = velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

J = variación de la aceleración centrífuga (m/s³).

R_1 = radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).

R_0 = radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

p_1 = peralte de la curva circular asociada de radio mayor (%).

p_0 = peralte de la curva circular asociada de radio menor (%).

Esto supone una longitud mínima (L_{\min}) de la clotoide en metros dada por la expresión:

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \frac{(p_0 - p_1)}{\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right)} \right]$$



Se adoptarán para J los valores indicados en la siguiente tabla, debiendo sólo utilizarse los valores de J_{\max} cuando suponga una economía tal que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, en detrimento de la comodidad.

V_e (km/h)	$V_e < 80$	$80 \leq V_e < 100$	$100 \leq V_e < 120$	$120 \leq V_e$
J (m/s ³)	0,5	0,4	0,4	0,4
J_{\max} (m/s ³)	0,7	0,6	0,5	0,4

b.- Limitación de la variación de la pendiente transversal

A efectos de aplicación de la presente Norma, la variación de la pendiente transversal se limitará a un máximo del cuatro por ciento (4%) por segundo para la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor.

c.- Condiciones de percepción visual

Para que la presencia de una curva de transición resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que 1/18 radianes.
- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros (50 cm).

Es decir, se deberán cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$L_{\min} = \frac{R_0}{9} \Rightarrow A_{\min} = \frac{R_0}{3}$$

$$L_{\min} = 2 \sqrt{3 \cdot R_0} \Rightarrow A_{\min} = (12 \cdot R_0^3)^{1/4}$$

d.- Valores máximos

Se recomienda no aumentar significativamente las longitudes y parámetros mínimos obtenidos con las expresiones anteriores salvo expresa justificación en contrario. La longitud máxima de cada curva de acuerdo no será superior a una vez y media (1,5) su longitud mínima.

COORDINACIÓN ENTRE ELEMENTOS DE TRAZADO

Para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m), la relación

de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones que siguen:

CLASE DE CARRETERA		R_s
Grupo 1	AP, AV, R y C-100	$1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 250)^3 \cdot R$ $250 \leq R \leq 700$
	C-80, C-60 y C-40	$1,5 \cdot R + 4,693 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 50)^3 \cdot R$ $50 \leq R \leq 300$

TRANSICIÓN DEL PERALTE

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

La norma 3.1-IC de trazado, limita dicha inclinación a un valor máximo definido por la ecuación:

$$ip_{\max} = 1,8 - 0,01 \cdot V_p$$

Siendo:

ip_{\max} = máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto un valor mínimo definido por la ecuación:

$$l_{\min} = \frac{p_f - p_i}{ip_{\max}} \cdot B$$

Donde:

l_{\min} es la longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).



p_f es el peralte final con su signo (%).

p_i es el peralte inicial con su signo (%).

B es la distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

La transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de transición en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo.

Para carreteras del grupo 2 el desvanecimiento del bombeo se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada en una longitud máxima de 20 metros, manteniendo el bombeo en el lado de la plataforma que tiene el mismo sentido que el peralte siguiente, desvaneciéndose en el lado contrario al peralte.

La transición del peralte se desarrollará linealmente desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), siempre que se alcance el dos por ciento (2%) en una longitud máxima de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2. Si lo anterior no fuese posible la transición del peralte se desarrollará en los dos tramos siguientes:

- Desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) al dos por ciento (2%) en una longitud máxima de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2.
- Desde el punto de peralte dos por ciento (2%), hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), el peralte aumentará linealmente.

2.2.- TRAZADO EN ALZADO

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

En carreteras de calzada única el eje que define el alzado coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

INCLINACIÓN DE LA RASANTE

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes que establece la Norma 3.1. IC., función de la velocidad de proyecto (V_p), para carreteras convencionales se recogen en la tabla adjunta a continuación:

V_p (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$).

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5%). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5%).

Además, salvo justificación en contrario, no se dispondrán rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida para cada velocidad y tipo de carretera, cuya longitud supere los tres mil metros (3000 m), ni se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior a diez segundos (dicha longitud se medirá entre vértices sucesivos).

El presente proyecto cumple con la normativa en cuanto a la inclinación máxima (7 %) y mínima (0,5%), como se puede ver en los listados adjuntos al final de este anejo.

ACUERDOS VERTICALES

Los acuerdos verticales se resuelven mediante una parábola de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot K_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente «parámetro».

A continuación se recogen los parámetros mínimos y deseables de acuerdos verticales para visibilidad de parada que propone la Norma 3.1. IC.

V_p (km/h)	MÍNIMO		DESEABLE	
	K_v CONVEXO (m)	K_v CÓNCAVO (m)	K_v CONVEXO (m)	K_v CÓNCAVO (m)
120	15276	6685	30780	9801
100	7125	4348	15276	6685
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

En general se intenta utilizar el K_v deseable pero no en todos los acuerdos es posible debido a la orografía. De todos modos, siempre se respeta el valor mínimo de K_v , como se puede ver en los listados incluidos al final del anejo.

2.3.- COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO

Los trazados en planta y alzado de una carretera deberán estar coordinados de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que se produzcan pérdidas de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para conseguir una adecuada coordinación de los trazados, para todo tipo de carretera, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical en coincidencia con una curva circular, se han situado, en la medida de lo posible, dentro de la clotoide en planta y lo más próximos del punto de radio infinito.
- En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente será igual o menor que el diez por ciento (10%).
- En carreteras con velocidad de proyecto igual o menor que sesenta kilómetros por hora y en carreteras de características reducidas, se cumplirá siempre que sea posible la condición $K_v = (100 \cdot R) / p$. Si no fuese así, el cociente K_v / R será como mínimo seis, siendo K_v el parámetro del acuerdo vertical (m), R el radio de la curva circular en planta (m), y p el peralte correspondiente a la curva circular.

Para todo tipo de carretera se evitarán las siguientes situaciones:

- Alineación única en planta (recta o curva) que contenga un acuerdo vertical cóncavo o un acuerdo vertical convexo cortos.

- Acuerdo convexo en coincidencia con un punto de inflexión en planta.
- Alineación recta en planta con acuerdos convexo y cóncavo consecutivos.
- Alineación recta seguida de curva en planta en correspondencia con acuerdos convexo y cóncavo.
- Alineación curva, de desarrollo corto, que contenga un acuerdo vertical cóncavo corto.
- Conjunto de alineaciones en planta en que se puedan percibir dos acuerdos verticales cóncavos o dos acuerdos verticales convexos simultáneamente.

En el proyecto se han cumplido todas las recomendaciones de la norma siempre que ha sido posible, coordinando planta y alzado con el fin de obtener una intersección segura.

2.4.- SECCIÓN TRANSVERSAL

En una sección transversal, los elementos constitutivos que la forman son los carriles, los arcenes y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la siguiente tabla, extraída de la Norma 3.1.-IC de Trazado:

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD \geq 2000	3,5	0,5	-	-	E
		40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E

* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.

** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.

*** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.

**** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).

NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

De este modo, la sección que presenta en tronco principal de la N-550 es de dos carriles de 3,5 m con arcenes de 1,5 metros y bermas de 0,75 m.

Por otra parte, para los ramales de enlace se establece una sección con un carril de 4 metros de ancho, arcén exterior de 2,5 m con berma de 0,75 metros y un arcén interior de 1 metro de ancho, para una velocidad de proyecto de 40 km/h.

2.4.1.- BOMBEO EN RECTA

En carreteras de calzada única: la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2%) hacia cada lado a partir del eje de la calzada. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento (2,5%).

2.4.2.- PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVA

En curvas circulares y de transición la pendiente transversal de la calzada y arcenes coincidirá con el peralte. Las bermas tendrán una pendiente transversal del cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma.

Cuando dicho peralte supere el cuatro por ciento (4%), la berma en el lado interior de la curva, tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

En todos los casos se estudiará cuidadosamente el desagüe en el margen interior de la curva.

2.4.3.- ALTURA LIBRE

La altura libre mínima sobre las glorietas y sobre la autovía debe ser en cualquier punto de la plataforma superior a cinco metros y treinta centímetros (5.3 m), hecho que se cumple en el presente proyecto.

2.5.- SECCIONES TRANSVERSALES ESPECIALES

En el presente anteproyecto figuran secciones transversales especiales como son obras de paso y carriles y cuñas de cambio de velocidad.

Obras de paso

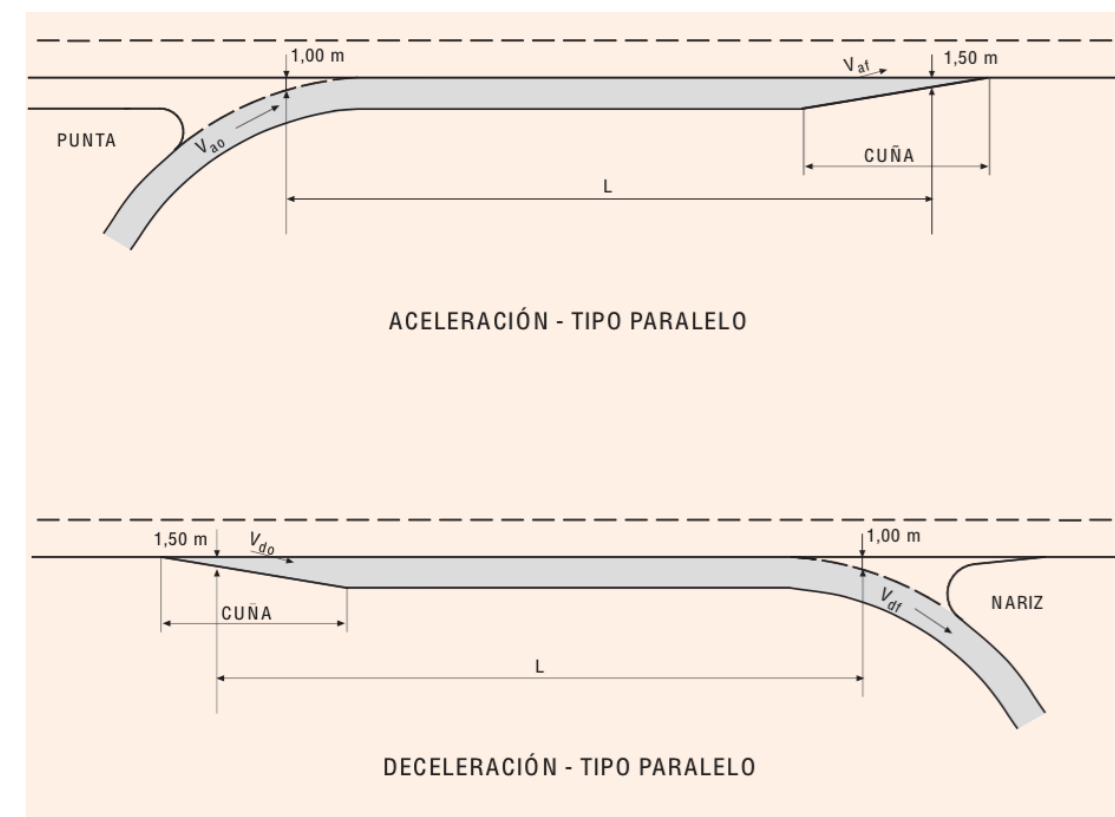
De acuerdo con la Norma 3.1.-IC se establece una sección en el tramo sobre la estructura de dos carriles de 3,5 metros con arcenes de 0,5 m, además de prever un espacio

adicional, que permita la correcta implantación de los sistemas de contención de vehículos, servicios y posibles zonas de paso.

Carriles y cuñas de cambio de velocidad

Tanto los carriles de aceleración como los de deceleración empleados serán de tipo paralelo, en los que el carril de cambio de velocidad, adosado a la calzada principal, incorpora una transición de anchura variable linealmente en el extremo contiguo a dicha calzada.

Los carriles de tipo paralelo tendrán una anchura de tres metros y medio (3,50 m) mientras no se separen de la calzada principal. En su extremo contiguo a la calzada principal, deberán tener una transición de anchura en forma de cuña triangular, cuya longitud depende del menor de los valores de la velocidad de proyecto (V_p) y la máxima señalizada a la altura de la sección característica de 1,5 m.



Longitud de la cuña triangular de transición

MÍN. (V_p , LIMITADA) (km/h)	DECELERACIÓN	ACELERACIÓN
≤ 80	70	133
100	83	167
120	100	175



Longitud de los carriles de aceleración

VELOCIDAD $V_{af} = 60$ km/h	
V_{ao} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)
	$-7 \leq i \leq 7$
$0 \leq V_{ao} \leq 60$	200

Longitud de los carriles de deceleración

VELOCIDAD $V_{do} = 60$ km/h			
V_{df} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)		
	-7	-6	$-5 \leq i \leq 7$
0	112	104	100
10	109	101	100
$20 \leq V_{df} \leq 60$	100	100	100

2.6.- GLORIETA

2.6.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anteproyecto se han utilizado glorietas en todas las alternativas para resolver la intersección. En el caso concreto de la alternativa elegida, se plantea la sustitución de la glorieta partida actual por una glorieta desnivelada, mediante la construcción de un paso superior que eleve el eje de la N-550. Esta solución presenta los siguientes beneficios generales:

- Es un diseño que resuelve automáticamente todos los movimientos posibles en la intersección, incluidos los cambios de sentido en todas las vías y la rectificación de errores.
- Permite capacidades altas de tráfico sin regulación semafórica.
- Es muy útil para imponer un cierto control en la velocidad de circulación de una determinada vía.
- Tiene la misma estructura y funciona de igual modo que las demás glorietas. Ello significa que el conductor que ha conocido una glorieta, al identificar otra, conoce ya su funcionamiento, lo que le sitúa en unas inmejorables condiciones para cruzarla. Esta característica dota a las glorietas de mayor seguridad y fluidez.
- Las glorietas resultan marcadamente más seguras para el automóvil que el resto de intersecciones a nivel, mostrando reducciones de accidentes entre el 40 y el 70% tras

su construcción, y porcentajes que se elevan hasta el 90% cuando se consideran accidentes mortales.

- Permite un tratamiento paisajístico o monumental mediante la utilización de su espacio y, concretamente, de su isleta central.

Las glorietas tienen también aspectos negativos, concretamente uno de los más importantes es el de provocar una interrupción en el flujo de tráfico principal, aunque en este caso concreto se trata de dar continuidad al tráfico de la N-550 mediante un paso elevado.

El tamaño de la glorieta coincide con el actual (23,7 m), pero sin el carril central que la divide en la actualidad, que se elimina al elevar el tronco de la N-550.

2.6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA GLORIETA

La glorieta planteada, tal y como se ha comentado en el apartado anterior tiene un radio total de 28,5 m, correspondiendo 19,5 m al islote central y 28,5 m a los carriles y arcenes.

Se presenta una sección de dos carriles de 4 m de ancho, de acuerdo con los valores recomendados, y arcenes tanto interior como exterior de 0,5 metros.

Debido a la baja velocidad de circulación de los vehículos en la glorieta no se dispondrá ningún tipo de peralte, y el perfil longitudinal será totalmente plano, confiando el drenaje de la calzada anular al bombeo transversal del 2% hacia el exterior.

La disposición en contraperalte se recomienda porque:

- Impide el encharcamiento de la glorieta.
- Facilita el mantenimiento del drenaje, al situarse este en el exterior de la calzada anular, de más fácil accesibilidad.
- Mejora la visibilidad de la calzada anular y, en general, de la glorieta para los vehículos que se aproximan.
- Permite dar una mejor solución a los encuentros entre la calzada anular y los ramales de entrada o salida, evitando la formación de limatesas, que den lugar a extraños movimientos de los vehículos, aumentando la incomodidad, la inseguridad y el riesgo de accidentes.



APÉNDICE I: ESTADO DE ALINEACIONES



EJE 1

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551589.910	4791565.513	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	20.000	551600.715	4791582.343	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	40.000	551611.520	4791599.173	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	60.000	551622.325	4791616.004	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	80.000	551633.130	4791632.834	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	100.000	551643.935	4791649.664	36.334232	0.000	0.000	20.000
Rec	120.000	551654.740	4791666.494	36.334232	0.000	0.000	7.193
Cur	127.193	551658.626	4791672.547	40.181795	-143.852	0.000	12.807
Cur	140.000	551665.713	4791683.209	34.514215	-143.852	0.000	20.000
Cur	160.000	551674.811	4791701.002	25.663199	-143.852	0.000	20.000
Cur	180.000	551681.354	4791719.884	16.812183	-143.852	0.000	20.000
Cur	200.000	551685.218	4791739.491	7.961166	-143.852	0.000	20.000
Cur	220.000	551686.328	4791759.444	399.110150	-143.852	0.000	20.000
Cur	240.000	551684.661	4791779.358	390.259134	-143.852	0.000	10.843
Rec	250.843	551682.606	4791790.002	387.414107	0.000	0.000	9.157
Rec	260.000	551680.808	4791798.981	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	280.000	551676.879	4791818.591	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	300.000	551672.951	4791838.202	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	320.000	551669.023	4791857.812	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	340.000	551665.095	4791877.422	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	360.000	551661.166	4791897.033	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	380.000	551657.238	4791916.643	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	400.000	551653.310	4791936.254	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	420.000	551649.382	4791955.864	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	440.000	551645.453	4791975.475	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	460.000	551641.525	4791995.085	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	480.000	551637.597	4792014.695	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	500.000	551633.668	4792034.306	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	520.000	551629.740	4792053.916	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	540.000	551625.812	4792073.527	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	560.000	551621.884	4792093.137	387.414107	0.000	0.000	20.000
Rec	580.000	551617.955	4792112.748	387.414107	0.000	0.000	4.804
	584.804	551617.012	4792117.458	387.414107			

EJE 2

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551644.446	4791907.771	40.157481	-23.732	0.000	19.114
Rec	19.114	551648.652	4791925.891	387.806215	0.000	0.000	0.886
Rec	20.000	551648.483	4791926.761	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	40.000	551644.676	4791946.395	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	60.000	551640.868	4791966.029	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	80.000	551637.061	4791985.663	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	100.000	551633.253	4792005.298	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	120.000	551629.446	4792024.932	387.806215	0.000	0.000	20.000
Rec	140.000	551625.639	4792044.566	387.806215	0.000	0.000	19.408
Rec	159.408	551621.944	4792063.619	392.134633	0.000	0.000	0.592
Rec	160.000	551621.871	4792064.207	392.134633	0.000	0.000	20.000
	180.000	551619.406	4792084.054	392.134633			

EJE 3

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Cur	0.000	551667.892	4791906.719	364.441112	27.128	0.000	9.386
Rec	9.386	551664.379	4791915.372	387.003657	0.000	0.000	10.614
Rec	20.000	551662.228	4791925.766	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	40.000	551658.173	4791945.350	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	60.000	551654.118	4791964.935	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	80.000	551650.064	4791984.520	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	100.000	551646.009	4792004.104	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	120.000	551641.954	4792023.689	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	140.000	551637.900	4792043.274	387.003657	0.000	0.000	20.000
Rec	160.000	551633.845	4792062.859	387.003657	0.000	0.000	3.049
Rec	163.049	551633.227	4792065.844	382.669345	0.000	0.000	16.951
	180.000	551628.669	4792082.171	382.669345			



EJE 4

								Cur	240.910	551675.780	4791858.735	392.075858
Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud					
Rec	0.000	551631.285	4791637.417	34.583110	0.000	0.000	20.000					
Rec	20.000	551641.623	4791654.538	34.583110	0.000	0.000	20.000					
Rec	40.000	551651.961	4791671.659	34.583110	0.000	0.000	4.433					
Cur	44.433	551654.252	4791675.454	37.949138	-145.805	0.000	15.567					
Cur	60.000	551662.288	4791688.778	31.152123	-145.805	0.000	20.000					
Cur	80.000	551670.451	4791707.019	22.419661	-145.805	0.000	20.000					
Cur	100.000	551676.042	4791726.205	13.687198	-145.805	0.000	20.000					
Cur	120.000	551678.958	4791745.976	4.954736	-145.805	0.000	20.000					
Cur	140.000	551679.143	4791765.959	396.222274	-145.805	0.000	20.000					
Cur	160.000	551676.593	4791785.780	387.489811	-145.805	0.000	2.865					
Rec	162.865	551676.006	4791788.584	387.485257	0.000	0.000	17.135					
Rec	180.000	551672.659	4791805.389	387.485257	0.000	0.000	20.000					
Rec	200.000	551668.753	4791825.004	387.485257	0.000	0.000	16.573					
Cur	216.573	551665.516	4791841.258	386.808045	-23.612	0.000	3.427					
Cur	220.000	551664.571	4791844.549	377.569542	-23.612	0.000	15.870					
	235.870	551654.677	4791856.575	334.781363								

EJE 5

Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Parametro	Longitud
Rec	0.000	551639.482	4791633.376	38.839069	0.000	0.000	20.000
Rec	20.000	551650.941	4791649.768	38.839069	0.000	0.000	20.000
Rec	40.000	551662.400	4791666.160	38.839069	0.000	0.000	3.106
Cur	43.106	551664.179	4791668.705	40.107870	-150.602	0.000	16.894
Cur	60.000	551673.347	4791682.885	32.966299	-150.602	0.000	20.000
Cur	80.000	551682.065	4791700.869	24.511983	-150.602	0.000	20.000
Cur	100.000	551688.326	4791719.848	16.057667	-150.602	0.000	20.000
Cur	120.000	551692.019	4791739.489	7.603351	-150.602	0.000	20.000
Cur	140.000	551693.078	4791759.446	399.149035	-150.602	0.000	20.000
Cur	160.000	551691.486	4791779.368	390.694720	-150.602	0.000	12.275
Rec	172.275	551689.205	4791791.426	387.466779	0.000	0.000	7.725
Rec	180.000	551687.694	4791799.002	387.466779	0.000	0.000	20.000
Rec	200.000	551683.782	4791818.615	387.466779	0.000	0.000	20.000
Rec	220.000	551679.870	4791838.229	387.466779	0.000	0.000	20.000
Rec	240.000	551675.958	4791857.843	387.466779	0.000	0.000	0.910



APÉNDICE II:

ESTADO DE RASANTES



EJE 1

Tipo	Distancia	C. Terreno	C. Rasante	C. Roja	Pendiente						
V.	0.000	108.177	108.177	0.000	-0.070001763	T.E.	297.785	84.137	89.333	5.196	0.008333211
	10.000	107.255	107.477	0.222	-0.070001763		300.000	83.952	89.349	5.397	0.006291736
	20.000	106.284	106.777	0.493	-0.070001763		310.000	83.768	89.366	5.598	-0.002924854
	30.000	105.313	106.077	0.764	-0.070001763		320.000	83.530	89.290	5.760	-0.012141444
	40.000	102.953	105.377	2.424	-0.070001763		330.000	83.126	89.123	5.997	-0.021358033
	50.000	101.626	104.677	3.051	-0.070001763		340.000	83.416	88.863	5.447	-0.030574623
	60.000	101.135	103.977	2.842	-0.070001763	V.	340.277	83.395	88.855	5.459	-0.030829923
	70.000	100.803	103.277	2.474	-0.070001763		350.000	82.671	88.511	5.840	-0.039791213
	80.000	100.707	102.577	1.870	-0.070001763		360.000	81.793	88.068	6.275	-0.049007803
	90.000	100.097	101.877	1.780	-0.070001763		370.000	81.973	87.532	5.559	-0.058224393
	100.000	99.503	101.177	1.674	-0.070001763		380.000	81.497	86.903	5.406	-0.067440983
	110.000	98.351	100.477	2.126	-0.070001763	T.S.	382.769	81.366	86.713	5.347	-0.069993056
	120.000	97.660	99.777	2.117	-0.070001763		390.000	81.024	86.206	5.182	-0.070000450
	127.193	97.066	99.273	2.207	-0.070001763		400.000	80.846	85.506	4.660	-0.070000450
	130.000	96.889	99.077	2.188	-0.070001763		410.000	80.720	84.806	4.086	-0.070000450
	140.000	96.063	98.377	2.314	-0.070001763		420.000	79.463	84.106	4.643	-0.070000450
	150.000	95.086	97.677	2.591	-0.070001763		430.000	79.218	83.406	4.188	-0.070000450
	160.000	93.490	96.977	3.487	-0.070001763		440.000	78.997	82.706	3.709	-0.070000450
	170.000	92.438	96.277	3.839	-0.070001763		450.000	78.826	82.006	3.180	-0.070000450
	180.000	92.542	95.577	3.035	-0.070001763		460.000	78.656	81.306	2.650	-0.070000450
	190.000	91.813	94.877	3.064	-0.070001763		470.000	78.413	80.606	2.193	-0.070000450
	200.000	90.348	94.177	3.829	-0.070001763		480.000	78.222	79.906	1.684	-0.070000450
	210.000	89.788	93.477	3.689	-0.070001763		490.000	78.059	79.206	1.147	-0.070000450
	220.000	89.498	92.777	3.279	-0.070001763		500.000	77.733	78.506	0.773	-0.070000450
	230.000	89.065	92.077	3.012	-0.070001763		510.000	77.390	77.806	0.416	-0.070000450
	240.000	88.749	91.377	2.628	-0.070001763		520.000	77.033	77.106	0.073	-0.070000450
T.E.	249.992	87.991	90.677	2.687	-0.070001763		530.000	76.480	76.406	-0.074	-0.070000450
	250.000	87.990	90.677	2.687	-0.069987679		540.000	76.264	75.706	-0.558	-0.070000450
	250.843	87.923	90.618	2.695	-0.068503524		550.000	76.040	75.006	-1.034	-0.070000450
	260.000	87.206	90.065	2.859	-0.052382045		560.000	75.333	74.306	-1.027	-0.070000450
	270.000	86.431	89.629	3.198	-0.034776411		570.000	74.093	73.606	-0.487	-0.070000450
V.	272.236	86.261	89.556	3.296	-0.030839791		580.000	72.984	72.906	-0.078	-0.070000450
	280.000	85.669	89.370	3.701	-0.017170777	V.	584.804	72.570	72.570	0.000	-0.070000450
	290.000	84.788	89.286	4.498	0.000434857						
T.S.	294.480	84.413	89.305	4.892	0.008322180						



EJE 2

Tipo	Distancia	C. Terreno	C. Rasante	C. Roja	Pendiente					
V.	0.000	83.551	83.551	0.000	0.007111859	T.E.	13.129	83.263	83.593	0.330 -0.069997121
	10.000	85.488	83.622	-1.866	0.007111859		20.000	82.709	83.129	0.420 -0.064996393
T.E.	10.471	85.471	83.625	-1.846	0.007111859		30.000	81.902	82.516	0.614 -0.057718373
	19.114	85.160	83.652	-1.508	-0.000854040		40.000	81.095	81.975	0.880 -0.050440353
	20.000	85.099	83.651	-1.448	-0.001670630	V.	45.159	81.351	81.724	0.373 -0.046685622
	30.000	84.403	83.588	-0.815	-0.010887220		50.000	81.591	81.507	-0.084 -0.043162332
	40.000	83.708	83.433	-0.275	-0.020103809		60.000	81.771	81.112	-0.659 -0.035884312
	50.000	82.435	83.186	0.751	-0.029320399		70.000	81.114	80.789	-0.325 -0.028606292
V.	52.307	82.234	83.116	0.882	-0.031446667					
	60.000	81.564	82.847	1.283	-0.038536989	T.S.	77.189	80.642	80.602	-0.039 -0.023374123
	70.000	80.905	82.416	1.511	-0.047753579		80.000	80.457	80.537	0.080 -0.023373059
	80.000	80.877	81.892	1.015	-0.056970169		90.000	79.929	80.303	0.374 -0.023373059
	90.000	79.484	81.277	1.793	-0.066186759					
T.S.	94.143	78.892	80.995	2.103	-0.070005192	T.E.	91.273	79.898	80.273	0.375 -0.023373059
	100.000	78.054	80.585	2.531	-0.069999345		100.000	79.687	80.034	0.347 -0.031416377
	110.000	77.155	79.885	2.730	-0.069999345		110.000	79.610	79.674	0.064 -0.040632966
	120.000	76.857	79.185	2.328	-0.069999345					
	130.000	77.285	78.485	1.200	-0.069999345	V.	116.566	79.682	79.387	-0.294 -0.046684579
	140.000	76.837	77.785	0.948	-0.069999345		120.000	79.719	79.221	-0.498 -0.049849556
	150.000	76.143	77.085	0.942	-0.069999345		130.000	78.551	78.677	0.126 -0.059066146
	159.408	75.782	76.426	0.644	-0.069999345		140.000	77.624	78.040	0.416 -0.068282736
	160.000	75.774	76.385	0.611	-0.069999345					
	170.000	75.215	75.685	0.470	-0.069999345	T.S.	141.859	77.464	77.911	0.447 -0.069996100
	180.000	74.328	74.985	0.657	-0.069999345		150.000	76.764	77.341	0.577 -0.070008204
V.	189.694	74.208	74.306	0.098	-0.069999345		160.000	77.179	76.641	-0.538 -0.070008204

EJE 3

Tipo	Distancia	C. Terreno	C. Rasante	C. Roja	Pendiente					
V.	0.000	84.512	84.512	0.000	-0.069997121		163.049	76.998	76.428	-0.570 -0.070008204
	9.386	83.565	83.855	0.290	-0.069997121		170.000	76.546	75.941	-0.605 -0.070008204
	10.000	83.516	83.812	0.296	-0.069997121		180.000	75.200	75.241	0.041 -0.070008204



						EJE 5					
						Tipo	Distancia	C. Terreno	C. Rasante	C. Roja	Pendiente
						V.	0.000	100.607	102.577	1.970	-0.070002497
							10.000	100.479	101.877	1.398	-0.070002497
							20.000	99.680	101.177	1.497	-0.070002497
							30.000	99.579	100.477	0.898	-0.070002497
							40.000	98.452	99.777	1.325	-0.070002497
							43.106	98.230	99.559	1.329	-0.070002497
							50.000	97.178	99.077	1.899	-0.070002497
							60.000	97.117	98.377	1.260	-0.070002497
							70.000	96.974	97.677	0.703	-0.070002497
							80.000	96.775	96.977	0.202	-0.070002497
							90.000	96.531	96.277	-0.254	-0.070002497
							100.000	96.368	95.577	-0.791	-0.070002497
							110.000	96.121	94.877	-1.244	-0.070002497
							120.000	95.851	94.177	-1.674	-0.070002497
							130.000	95.415	93.477	-1.938	-0.070002497
							140.000	94.936	92.777	-2.159	-0.070002497
							150.000	94.357	92.077	-2.280	-0.070002497
							160.000	93.700	91.377	-2.323	-0.070002497
						T.E.	162.120	93.550	91.228	-2.322	-0.070002497
							170.000	92.993	90.699	-2.294	-0.064267417
							172.275	92.822	90.555	-2.267	-0.062611667
							180.000	92.262	90.093	-2.169	-0.056989396
							190.000	91.536	89.560	-1.976	-0.049711376
						V.	192.236	91.374	89.450	-1.924	-0.048084011
							200.000	90.811	89.099	-1.712	-0.042433356
							210.000	90.085	88.711	-1.374	-0.035155335
							220.000	89.403	88.396	-1.007	-0.027877315
						T.S.	222.352	89.250	88.332	-0.918	-0.026165525
							230.000	88.752	88.132	-0.620	-0.026155234
							240.000	88.101	87.871	-0.230	-0.026155234
							240.910	88.042	87.847	-0.195	-0.026155234
						V.	248.783	87.641	87.641	0.000	-0.026155234



ANEJO Nº 7: HIDROLOGÍA Y DRENAJE



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

2.2.- CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA

2.2.1.- MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

2.2.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

2.2.3.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

2.2.4.- PERÍODO DE RETORNO

2.2.5.- PRECIPITACIÓN DIARIA

2.3.- CUENCAS HIDROLÓGICAS

2.4.- CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA

3.- OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

3.1.- INTRODUCCIÓN

3.2.- DRENAJE TRANSVERSAL

4.- DRENAJE LONGITUDINAL

4.1.- INTRODUCCIÓN

4.2.- CUNETAS

4.3.- BAJANTES



1.- INTRODUCCIÓN

El estudio hidrológico tiene por finalidad el análisis del régimen de precipitaciones y del resto de características hidrológicas de la zona y las cuencas afectadas por la traza con el fin de poder determinar los caudales generados por éstas y así dimensionar correctamente las obras de drenaje.

El buen servicio de una carretera depende en gran medida de la eficacia de su sistema de eliminación de agua, ya que la acumulación de agua sobre la calzada procedente de la lluvia, incluso en pequeñas cantidades, representa un peligro por deslizamiento sobre todo para el tráfico rápido.

Por otra parte la infiltración de agua a la explanada puede reblandecerla y deteriorar los firmes, siendo motivo de reparaciones costosas, pues el deterioro de los firmes es de 20 a 50 veces mayor cuando las capas del mismo están saturadas que cuando están secas.

En consecuencia, el objetivo de este anejo es realizar un predimensionamiento de las obras de drenaje necesarias en la actuación. Estas obras corresponden a dos tipos de drenaje diferentes:

- **Drenaje longitudinal:** Su misión es el desagüe del agua que cae sobre la plataforma, los taludes de desmonte, los taludes de terraplén que no siguen su cauce natural, las cuencas adyacentes a la plataforma que no desaguan directamente sobre las O.D.T. y las cuencas de aportación en zonas de desmonte. Puede ser superficial (cunetas, bajantes, colectores,...) o profundo (drenes subterráneos).
- **Drenaje transversal:** Sirve para restituir la continuidad de la red de drenaje natural, que se ve interrumpida por la presencia de una vía, así como desaguar la plataforma y sus márgenes.

A lo largo de este anejo se seguirán las directrices de la “Instrucción 5.2 – IC. Drenaje superficial”

2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

En este apartado se calcularán, por el método racional, los caudales generados por la lluvia que deberán ser correctamente evacuados por la red de drenaje.

2.2.- CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA

Se calculan los caudales de avenida según el método racional modificado, adecuado para el cálculo de caudales generados por aguaceros en cuencas en las cuales el tiempo de concentración es inferior a 6 horas y la superficie de las mismas es inferior a 2000 Km²; siendo el recomendado por la Dirección General de Carreteras en la Instrucción 5.2-IC para estas

condiciones.

La ecuación que se propone para la evaluación del caudal es la siguiente:

$$Q = C \cdot A \cdot I / K$$

Donde:

- C: coeficiente de escorrentía de la cuenca en estudio (adimensional).
- I: máxima intensidad media en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- A: área de la cuenca, en km².
- K: coeficiente de uniformidad.

2.2.1.- INTENSIDADES DE PRECIPITACIONES

La máxima intensidad media de precipitación I_t , expresada en mm/h, a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos, se obtiene según la siguiente fórmula:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Siendo:

- I_d (mm/h): la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$.
- P_d (mm): la precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno.
- I_1 (mm/h): la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno. El valor de la razón I_1/I_d se toma del mapa de isolinéas adjunto en función de la situación geográfica de la zona. En este caso, la razón toma un valor de 8, tal y como se deduce de la figura situada al final de este punto.
- t (h): la duración del intervalo al que se refiere I , que se tomará igual al tiempo de concentración.

Valores de I_1/I_0 en función de la situación geográfica.

2.2.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El Tiempo de Concentración se puede definir como la duración de la lluvia necesaria para que el agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue a la obra de drenaje. Depende de las características morfológicas de la cuenca, y es independiente de la configuración y magnitudes del aguacero:

$$T = 0,3 \cdot \left[\left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76} \right]$$

Donde:

- L= longitud del curso principal (km).
- J = pendiente media del curso principal.

Para los flujos difusos de plataforma de carretera y márgenes se sustituirá la fórmula anterior por los siguientes valores:

- Si el recorrido de agua sobre la superficie fuese inferior a 30 m, se consideraría un tiempo de concentración de 5 minutos.
- Si el recorrido del agua aumentara de 30 a 150 m, entonces el valor del tiempo de concentración aumentaría de 5 a 10 minutos.

2.2.3.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Es el porcentaje de agua que en un aguacero no es absorbida por el terreno, sino que discurre por la superficie.

El coeficiente de escorrentía se determina con la siguiente fórmula, donde P_0 es el umbral de escorrentía.

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_0} - 1 \right) \cdot \left(\frac{P_d}{P_0} + 23 \right)}{\left(\frac{P_d}{P_0} + 11 \right)^2}$$

Siendo:

- C: coeficiente de escorrentía.
- P_d (mm): precipitación diaria correspondiente al período de retorno considerado.
- P_0 (mm): umbral de escorrentía, a partir del cual se inicia la escorrentía superficial.

La estimación del umbral de escorrentía se hace en función de una serie de factores, tales como:

- Uso de la tierra.
- Pendiente del terreno.
- Características hidrológicas.
- Grupo de suelo(A,B,C ó D).

Con las características particulares de cada una de ellas se obtienen los valores indicados en las tablas adjuntas en el apéndice de cálculo correspondientes a los recomendados por la Norma 5.2-IC, los cuales habrá que corregir con el factor regional indicado en la figura que sigue, en este caso con un valor de 1,8.



2.2.4.- PERÍODO DE RETORNO

La instrucción 5.2-I.C (Drenaje superficial) establece que para el dimensionamiento de estas obras de drenaje, hay que tener en cuenta distintos periodos de retorno según el tipo de obra de drenaje. El periodo de retorno mínimo a considerar se establece según la siguiente tabla:

TIPO DE ELEMENTO DE DRENAJE	IMD EN LA VÍA AFECTADA		
	ALTA	MEDIA	BAJA
	2000		500
Pasos inferiores con dificultad para desaguar por gravedad	50	25	Criterio del proyectista
Elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25	10	
Obras de drenaje transversal	100		

Según la tabla anterior, teniendo en cuenta que la IMD estimada de nuestros tramos de vía es superior a los 2000 vehículos, los periodos de retorno que nos afectan son:

- A los elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes, les corresponde un periodo de retorno de 25 años.
- A los elementos necesarios para el drenaje transversal el periodo de retorno será de 100 años.

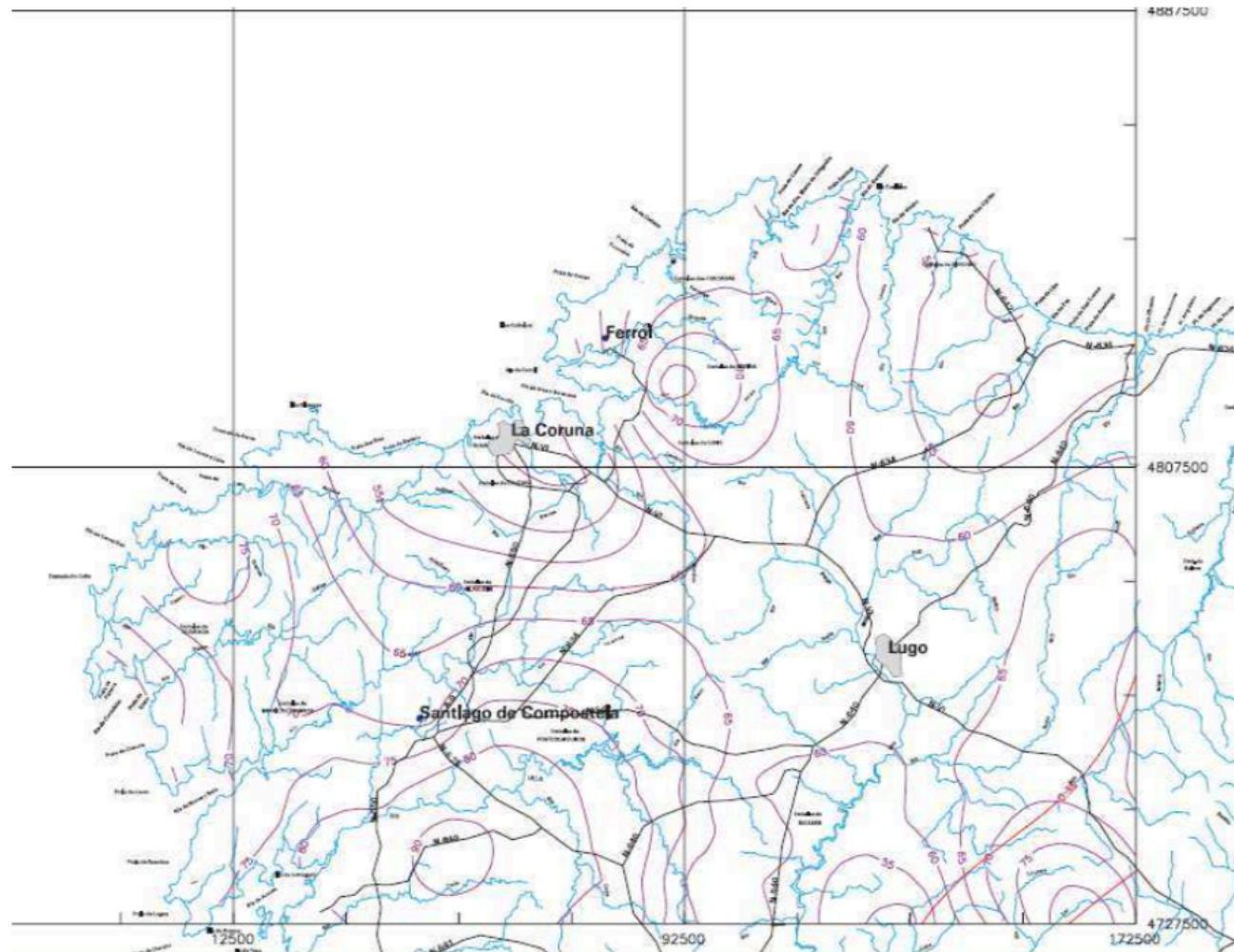
2.2.5.- PRECIPITACIÓN DIARIA

Se ha obtenido del documento “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” publicado por la Dirección General de Carreteras.

Esta publicación, a partir de una selección de estaciones pluviométricas recopilando sus datos correspondientes a las máximas lluvias diarias, realiza una modelización estadística de las series anuales de máximas lluvias diarias obteniendo una estimación regional de parámetros y cuantiles.

El proceso es el siguiente:

- Localización en los planos del punto deseado.
- Estimación mediante las isohietas representadas del coeficiente de variación C_v y del valor medio de la precipitación diaria anual.
- Para el período de retorno deseado y el valor de C_v , obtención del factor de amplificación K_t .
- Realizar el producto de K_t por el valor medio de la precipitación, obteniéndose el valor buscado.



Así, a la zona de estudio le corresponde un coeficiente $C_v=0.35$ y un valor medio de la máxima precipitación diaria anual $P=45$ mm/día.

Se obtiene K_t de los valores tabulados en función del período de retorno y de C_v :

$$Y_{25} = 1,732$$

$$Y_{100} = 2,220$$

Con estos datos obtenemos el valor buscado P_d :

$$P_{25} = Y_{25} \cdot P = 77,94 \text{ mm/día}$$

$$P_{100} = Y_{100} \cdot P = 99,9 \text{ mm/día}$$

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Valores de K_t en función de C_v y del período de retorno

2.3.- CUENCAS HIDROLÓGICAS

Para la realización del estudio de cuencas se ha utilizado la documentación cartográfica cedida por el ayuntamiento y se ha generado un plano de cuencas a escala 1/1500.

Sobre este plano se han obtenido las superficies de las cuencas aportadoras, su longitud y pendiente, para la posterior aplicación de estos datos en la obtención de los caudales de aportación.

El plano de cuencas puede consultarse en el Apéndice I del presente anejo.

2.4.- CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA:

Período de retorno T = 25 años

Cuenca	S	L	J	T _c	P _d	I _d	I ₁ / I _d	I _t	P ₀	P ₀ [*]	P _d / P ₀ [*]	C	K	Q
Identificador	km ²	m	%	h	mm	mm/h		mm/h	mm	mm	W	escorrentía		m ³ /s
C1	0,01655	104	5,6	0,093	77,94	3,248	8	78,98	23	41,4	1,83	0,132	3	0,0575
C2	0,00811	66	8,8	0,060	77,94	3,248	8	94,35	23	41,4	1,83	0,132	3	0,0337

Período de retorno T = 25 años

Cuenca	S	L	J	T _c	P _d	I _d	I ₁ / I _d	I _t	P ₀	P ₀ [*]	P _d / P ₀ [*]	C	K	Q
Identificador	km ²	m	%	h	mm	mm/h		mm/h	mm	mm	W	escorrentía		m ³ /s
C1	0,01655	104	5,6	0,093	99,9	4,163	8	101,23	23	41,4	2,41	0,2	3	0,112
C2	0,00811	66	8,8	0,060	99,9	4,163	8	120,92	23	41,4	2,41	0,2	3	0,0653



3.- OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

3.1.- INTRODUCCIÓN

El objeto principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno, interrumpida por la presencia de la carretera. También tienen la función de desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes.

El período de retorno considerado para el cálculo de caudales aportados por las diversas cuencas, a fin de comprobar el funcionamiento hidráulico de las obras de drenaje transversal es de 100 años.

Las obras previstas están formadas por tubos prefabricados de hormigón con una limitación del diámetro mínimo según la Instrucción 5.2-IC de drenaje. Los tubos se colocarán con sus correspondientes embocaduras formadas por aletas con imposta o bajantes escalonadas, según lo requiera el emplazamiento de la obra. Las embocaduras deberán tener una disposición tal que faciliten al máximo las condiciones de desagüe.

Las características del terreno y la limitación de pendientes de las obras de drenaje, hacen necesario, en algunos casos, recurrir a diseños más complejos, como puede ser rebajar la cota de entrada o disponer bajantes escalonadas a la salida.

3.2.- DRENAJE TRANSVERSAL

Se hacen necesarias las obras de drenaje transversal a la N-550, a ambos lados de la DP-1702 en la zona de entronque con la glorieta. Como se puede ver en el plano adjunto en el Apéndice I: Plano de cuencas, existen dos cuencas que vierten a la intersección objeto del anteproyecto, en el margen Oeste de la N-550 y a ambos lados de la DP-1702.

La instalación de un caño es necesaria para dar continuidad a la red de escorrentía superficial de las cuencas 1 y 2. Sin embargo, las reducidas dimensiones de las cuencas vertientes hace que el caudal esperado para un periodo de retorno de 100 años sea muy bajo, por lo no se considerará como obra de drenaje transversal propiamente dicha sino un paso salvacunetas.

Se dispondrán dos tubos de hormigón de diámetro 100 cm, que evacuan sobradamente los escasos caudales que podrían llegar a la glorieta, sin necesidad de realizar cálculos más precisos.

4.- DRENAJE LONGITUDINAL

4.1.- INTRODUCCIÓN

Según lo indicado en la Instrucción 5.2.-IC “Drenaje Superficial”, constituyen el drenaje longitudinal todos aquellos elementos y obras complementarias cuya dirección coincide

sensiblemente con la de la carretera, recogiendo y conduciendo las aguas provenientes de la zona afectada por las obras ya sean superficiales o profundas. Aunque algunos elementos de drenaje profundo no coincidan con la definición anterior por su pequeña entidad, y fundamentalmente por ser complementarios del principal, se recogen dentro del mismo.

La misión fundamental del drenaje longitudinal es, por tanto, recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que vierten hacia ella. Sus elementos integrantes se combinan para captar y conducir el agua, en recorrido fundamentalmente longitudinal hasta los cauces naturales directamente o a través de obras de drenaje transversal. El proyecto de la red de drenaje superficial debe tener en cuenta factores topográficos, climatológicos, hidrológicos y geotécnicos.

El dimensionamiento de todos los elementos de drenaje longitudinal se realizará para un periodo de retorno de 25 años.

La pendiente de la plataforma debe asegurar el drenaje superficial del agua que caiga sobre la calzada y arcenes con objeto de que el rozamiento de los neumáticos de los vehículos evite la aparición de fenómenos de hidroplaneo. Por ese motivo, la normativa impide que la línea de máxima pendiente de la plataforma sea inferior a 0.5%, condición que se cumple en este proyecto.

Para proyectar el drenaje longitudinal, se debe diseñar una red que permita evacuar hacia los puntos de desagüe la escorrentía superficial de la plataforma así como de los taludes y márgenes que hacia ella viertan.

Los elementos que se proponen en este anteproyecto para resolver el drenaje longitudinal son:

- Cunetas
- Bajantes

4.2.- CUNETAS

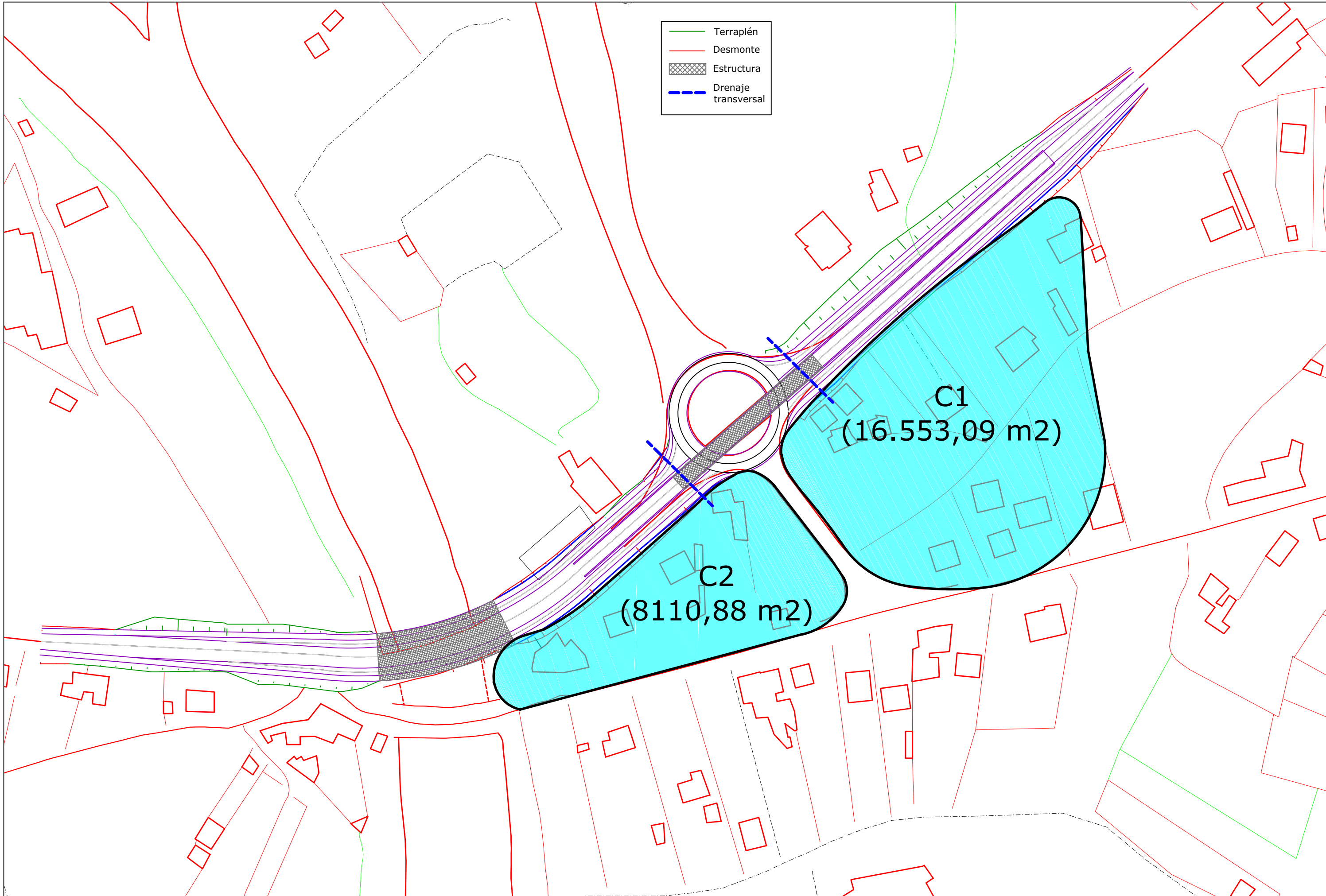
Se situarán cunetas a pie de desmonte y terraplén para recoger la escorrentía procedente de la plataforma y de las cuencas cercanas a la carretera. Se propone el empleo de cunetas revestidas de hormigón en un espesor de 12 cm, con una profundidad de 50 cm.

4.3.- BAJANTES

Se emplearán bajantes dispuestas cada 20 metros. El desagüe de estas bajantes se disipa mediante elementos de protección para evitar la formación de cauces esporádicos en los terrenos adyacentes a la vía.



APÉNDICE I: PLANO DE CUENCAS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:

Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:

Antonio Sánchez Bao

Firma:

Designación del plano:

Plano de cuencas

Plano Nº: 1

Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:

1: 1500

Fecha:

OCTUBRE DE 2015



ANEJO Nº 8: GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- DESCRIPCIÓN GENERAL

2.1.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

2.2.- CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

2.3.- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

2.4.- CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

2.5.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

2.6.- INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS TERRENOS

3.- RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS EFECTUADOS

3.1.- CALICATAS Y PENETRÓMETROS

3.1.1.- CALICATAS

3.1.2.- PENETRÓMETROS

3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

4.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

5.- ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

6.- ANÁLISIS DE DESMONTES Y TERRAPLENES

6.1.- DESMONTES

6.2.- TERRAPLENES

7.- CATEGORÍA DE LA EXPLANADA

8.- VALIDEZ DE LOS MATERIALES

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APÉNDICE I: MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, HOJA 45, 05-05

APÉNDICE II: MAPA GEOTÉCNICO GENERAL, HOJA 8, 2-2

APÉNDICE III: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APÉNDICE IV: PLANO DE CALICATAS

APÉNDICE V: PLANO DE LOCALIZACIÓN DE CALICATAS Y PENETRÓMETROS

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto principal de este informe es la caracterización geológica y geotécnica de los materiales que constituyen el sustrato de la zona de proyecto. No obstante, este análisis se realizará de forma somera debido al carácter de anteproyecto de nuestro estudio, de modo que no se realizará una campaña de campo que si sería necesaria para la elaboración de un proyecto definitivo.

Los datos que se presentan a continuación han sido obtenidos a partir de la siguiente bibliografía publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME):

- Hoja Nº 45, división 05-05 (Betanzos) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000
- Hoja Nº 8, división 2-2 (Lugo) del Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000

2.- DESCRIPCIÓN GENERAL

2.1.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

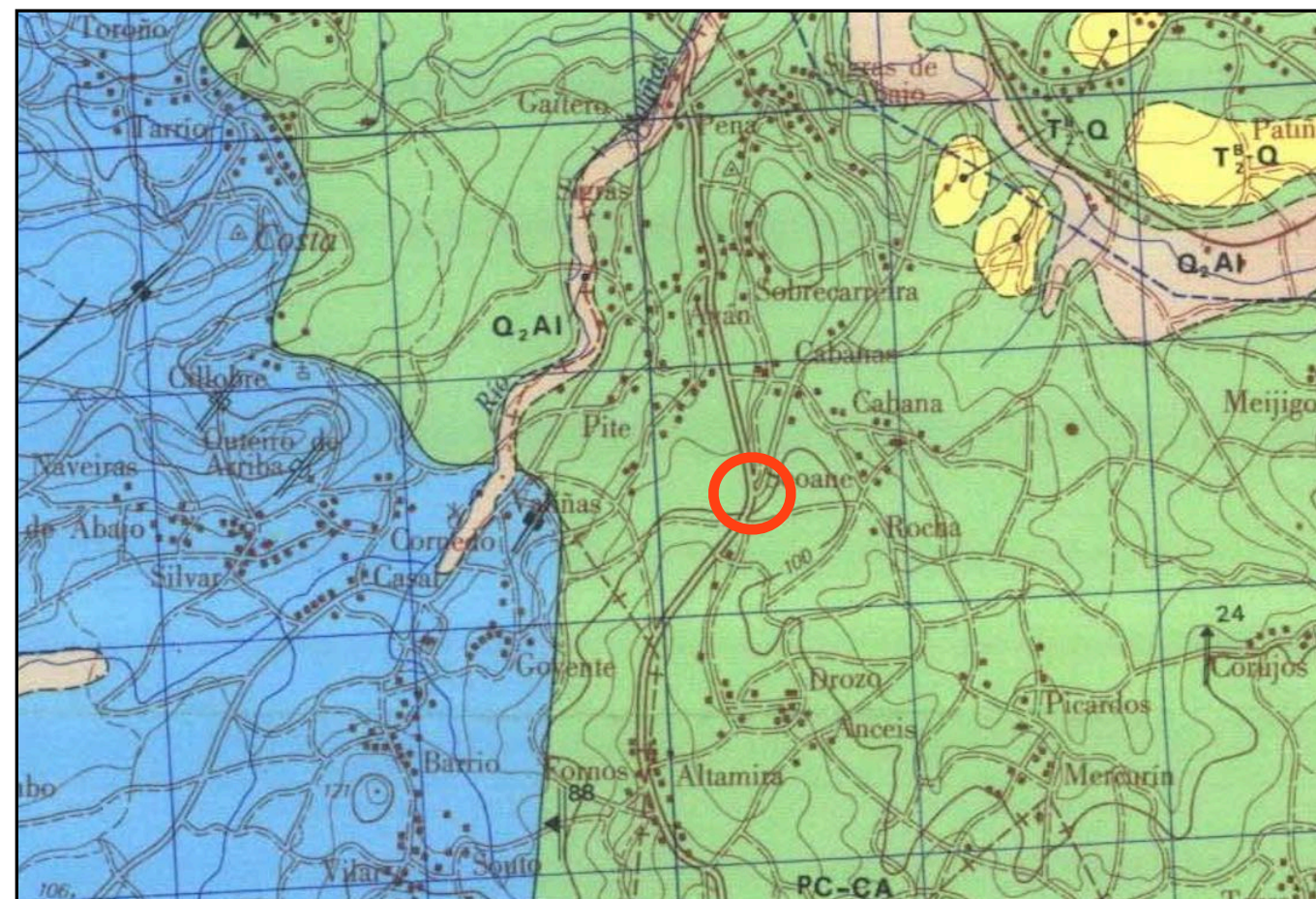
La Hoja Nº 45 (05-05), Betanzos, del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 se encuentra situada en el ángulo NO de la Península Ibérica y delimitada por las coordenadas 8° 31' 10" y 8° 11' 10" de longitud Oeste (meridiano de Greenwich) y 43° 10' 04" y 43° 20' 04" de latitud Norte.

Geográficamente la Hoja se encuentra al sur de la ciudad de La Coruña, siendo sus núcleos de población más importantes las estribaciones de la citada ciudad y las villas de Betanzos y Carral.

Geomorfológicamente existen en la Hoja dos zonas claramente diferenciadas, la parte occidental, condicionada por el macizo granítico que ocupa dicho sector, y las partes central y oriental, con un relieve de muy bajos desniveles definido por el sustrato esquisto-grauvático. Es en esta segunda zona donde se realizará el proyecto, enmarcada en la gran penillanura gallega muy fuertemente retocada por procesos erosivos recientes. En ella se dan unas condiciones de extrema dificultad en el reconocimiento de afloramientos, hecho que se hace notar con mayor intensidad, si cabe, en la zona central-norte, municipio de Cambre.

Geológicamente, la Hoja de Betanzos se sitúa en la Zona Centro-Ibérica. Los materiales aflorantes son netamente distintos y diferenciables. Así, existe un macizo granodiorítico que ocupa la región oeste de la Hoja en contacto al E y O con esquistos y grauvacas de la Serie de Ordenes, de características bien distintas a uno y otro lado. Al E del granito se trata de esquistos, neises y grauvacas afectados por el metamorfismo regional y al Oeste esta misma serie está afectada por un metamorfismo de contacto del granito.

A continuación se describen brevemente las características de las formaciones que en el mapa geológico aparecen en la zona del proyecto.



Fragmento Mapa Geológico de España, Hoja 8, 2-2 (Lugo)

Cuaternario

- Aluviones (Q₂Al): Son depósitos aluviales constituidos por arcillas, arenas y gravas aportados principalmente por el Río Mero y sus afluentes (entre ellos el Río Valiñas, el más cercano a la zona de proyecto).

Pliocuatnario

- Conglomerados mal clasificados (T₂^B-Q): Serie de 15-20 m de potencia constituida por microconglomerados, arenas y arenas arcillosas en bancos de 2-3 m. Los cantos son de subredondeados a redondeados y las arenas presentan una buena selección, con tamaños inferiores a 1 mm en la mayor parte de los casos. Además, en las proximidades del Río Mero aparecen una serie de manchones de materiales gravosos y gravoso-arenosos, mal clasificados, con alto índice de redondeamiento de los cantos y gradación vertical en los términos de cada banco.



Serie de Ordenes (PC-CA)

Estudiaremos la Serie de Ordenes al Este de las granodioritas, donde afloran los esquistos y grauvacas que la componen. Estas rocas están en contacto intrusivo con las granodioritas.

La edad de esta formación es dudosa, pues no se han encontrado restos fósiles que permitan datarla con exactitud. Para Den Tex (1966) y Floor (1966) sería precámbrica. Sin embargo, el carácter intrusivo del ortogneis de Mellid (silúrico-ordovícico) y por la similitud de facies con series parecidas del precámbrico alto de la península (Complejo esquisto-grauváquico, Serie de Villalba y Pizarras de Narcea) se le puede suponer una edad precámbrico alto, llegando a alcanzar el cámbrico.

Teniendo en cuenta las asociaciones minerales y las texturas, distinguimos dentro de los metasedimentos de Ordenes los tipos siguientes:

- Filitas: Corresponden a las zonas de metamorfismo mas bajo. Se trata por lo general de filitas cuarcíferas que presentan un microbandeado muy frecuente. Cloritas y biotitas de tamaño considerable aparecen en las salvandas de estas bandas o venas de cuarzo.
- Esquistos: Por lo general corresponden zonas de metamorfismo más alto o a niveles más profundos que las filitas. Generalmente son bastante cuarcíticos, con frecuentes y finos lechos o lentejones de cuarzo. Asociada a estas venas o lenticulas de cuarzo de exudación puede haber una recristalización importante de clorita y biotita.
- Metasamitas-Metagrauvacas-Paraneises: Corresponden a los niveles de composición grauváquica más o menos ricos en feldespatos. El grado de recristalización condiciona el que pertenezcan a uno u otro tipo. La composición mineralógica es similar a la de los esquistos, aunque con mayor proporción de feldespatos y cuarzo.
- Granofels (M_g): Roca de gran compacidad. Son generalmente de grano fino y no presentan esquistosidad alguna.
- Esquistos verdes (f): Con este nombre se distinguen unos esquistos de grano fino, de bajo grado de matamorfismo, ricos en clorita, la cual hace que el color verde, a veces muy intenso, los singularicen. Una característica que se ha observado es la de que suelen ser materiales de elevada resistencia, ocupando zonas altas.
- Cuarcitas grafitosas (y) y Esquistos grafitosos (e): De composición muy distinta, cuarcítica los unos y pizarrosa los otros, tienen como elemento común la materia orgánica, que no presenta ningún rastro de organismos.
- Anfibolitas (X_{A1}): Rocas compactas generalmente bandeadas, de color verdoso y con presencia más o menos frecuente de fenocristales de anfíbol y/o granate.

Granito interfase I-II

- Granodiorita precoz (X_{Yn}²): Esencialmente cuarzo, plagioclasa, biotita y moscovita.

2.2.- CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

Las características morfológicas de la Hoja 8, 2-2, Lugo del Mapa Geotécnico General pertenecen al tipo fundamental de una penillanura moderna, aproximadamente comprendida entre las curvas de nivel 200 y 500 m, por encima de las cuales aparecen relieves residuales, como los sistemas montañosos Oriental y Central, pertenecientes a otra penillanura antigua. Entre ambas existen otros relieves más difíciles de resolver y que en muchos casos tienen origen tectónico.

Se presentan únicamente las características de las áreas I₄ e I₅ representadas en la Hoja, por ser aquellas sobre las que se encuentra la zona de estudio del anteproyecto.

- El Área I₄ tiene una morfología entre alomada y montañosa, presentando pendientes generales comprendidas entre el 15 y el 30%. Su sustrato, con estructura foliada, presenta cierto grado de inestabilidad, pero en general la roca es compacta y está bien soldada y su recubrimiento tiene potencia apreciable, conservando la estructura foliada de la roca. Alta capacidad de carga en profundidad, pero el recubrimiento de roca descompuesta hace disminuir su capacidad de carga y presenta el peligro de aparición de asientos para cargas superficiales.
- El Área I₅ resulta semejante a la anterior, pero con un relieve de alomado a llano y con pendientes generales inferiores al 7%. Sustrato con estructura foliada y recubrimiento importante.

Analizando el Mapa de Características Geomorfológicas situado en el Apéndice II del Anejo observamos:

- Interpretación del mapa topográfico: Presencia de zonas intermedias (pendientes entre 7 y 15%) y zonas planas (pendientes menores del 7%).
- Grado de estabilidad: Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- Fenómenos geológicos exógenos: Formas de relieve alomadas.

2.3.- CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

El sustrato del Área I₄ está fundamentalmente constituido por esquistos, exceptuando una pequeña zona al SO en que aparecen anfibolitas. Su recubrimiento de alteración, con potencia apreciable, es de tipo arcilloso limoso y conserva la estructura foliada de la roca.

Los terrenos del Área I₅ también tienen su sustrato constituido fundamentalmente por esquistos, presentándose hacia el E dos manchas de rocas básicas. El recubrimiento es arcilloso-limoso, pudiendo alcanzar potencias apreciables y conservando la estructura foliada de la roca.



2.4.- CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Aunque el sustrato y recubrimiento del Área I₄ son de tipo impermeable, sus condiciones de drenaje son aceptables por escorrentía superficial. Su drenaje está en función casi exclusiva de sus características morfológicas, apareciendo allí donde la topografía se allana y se dan rocas esquistosas, extensas zonas inundadas siendo en el resto de ella el saneamiento bueno.

Las características del sustrato y del recubrimiento del Área I₅ son semejantes a las anteriores. Sin embargo, el drenaje resulta deficiente debido a su morfología con menores pendientes.

Observando el Mapa de Características Hidrológicas incluido en el Apéndice II se concluye:

- Condiciones de drenaje: Oscilan entre deficientes y aceptables, en función de la pendiente.
- Permeabilidad de los materiales: Materiales impermeables.

2.5.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En el Área I₄ las características geotécnicas están determinadas por una parte por su sustrato (que aún presentando planos de tectonización resulta competente, estable y con alta capacidad de carga) y por otra por su recubrimiento arcilloso-limoso, que conservando la estructura foliada de la roca presenta potencias apreciables y comunica al Área superficialmente una capacidad de carga media, ripabilidad y la posibilidad de asientos diferidos. Además resulta importante señalar que esta capa de alteración y sobre todo las acumulaciones de sus detritus son altamente inestables.

En cuanto al Área I₅, las características geotécnicas son semejantes a las del Área I₄, diferenciándose de ella en su morfología menos acusada. La ripabilidad de ambas Áreas resulta variable en sentido vertical, oscilando de alta para las capas superficiales a nula para la roca sana.

De acuerdo con el Mapa de Características Geotécnicas presente en el Apéndice II, tenemos:

- Capacidad de carga: Zona con capacidad de Carga Media
- Asientos previsibles: Zona con asientos de magnitud media. Además los asientos continuarán después de la construcción (zona m₂).
- Grado de sismicidad: VI < G ≤ VIII (Grado Medio).

2.6.- INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS TERRENOS

La serie de características analizadas a lo largo de apartados anteriores sirven de base para poder pasar a dar sus condiciones constructivas. Así, en la zona del proyecto las condiciones constructivas se consideran aceptables, con problemas de tipo geomorfológico y geotécnico.

Se incluyen aquí terrenos en que las condiciones constructivas son buenas, aunque en puntos concretos pueden presentar dificultades importantes. La aceptabilidad constructiva viene dada por su morfología desigual, con pendientes de tipo medio, así como por las características geotécnicas del terreno, con una capacidad de carga media y asientos que continúan después de la actuación.

3.- RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS EFECTUADOS

Los trabajos han consistido inicialmente en un reconocimiento visual de la superficie de los afloramientos que pudieran existir en la zona, para realizar a continuación un análisis más exhaustivo en dos etapas:

- Realización de calicatas para identificar los materiales en los diferentes niveles. Se han recogido a su vez dos muestras de terreno en cada una de las calicatas efectuadas y dichas muestras se han llevado a un laboratorio, para su posterior identificación y clasificación.
- Ensayos de penetración dinámica para determinar el nivel del estrato resistente y su capacidad portante.

A partir de los datos obtenidos en las calicatas, penetrómetros y ensayos, se han elaborado las columnas y perfil estratigráfico, así como el informe correspondiente.

3.1.- CALICATAS Y PENETRÓMETROS

Tras realizar un reconocimiento inicial de la zona, recorriendo los alrededores y estudiando sus afloramientos existentes se planteó la necesidad de llevar a cabo una serie de ensayos que requieren la realización de calicatas y penetrómetros y la toma de muestras del terreno al que se tiene acceso.

3.1.1.- CALICATAS

Se han realizado 4 calicatas, denominadas C1 a C4 para la identificación del material y ver la presencia de agua. La localización exacta de las calicatas se representa en el Apéndice IV: Plano de localización de calicatas y penetrómetros.



En la siguiente tabla se representa la profundidad desde la cota de la boca:

CALICATA	COTA DE LA BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)
C1	75,32	1,41
C2	76,25	2,25
C3	83,90	1,79
C4	89,60	2,04

En todas las calicatas se alcanza el sustrato rocoso, por lo que se ha extraído un testigo de roca de las calicatas C2 y C4 para su ensayo posterior a compresión simple. Además, cabe destacar que no se ha alcanzado el nivel freático durante la excavación de las calicatas.

3.1.2.- PENETRÓMETROS

Con la finalidad de determinar la capacidad portante del terreno se han realizado cuatro ensayos de penetración continua con penetrómetro automático de accionamiento hidráulico.

Este ensayo consiste en permitir la caída libre de una maza de 63.5 kg desde una altura constante de 50 cm, hincando una puntaza cuadrada de 40x40 cm y registrándose el número de golpes necesario para introducir dicha puntaza en el terreno a intervalos de 20 cm (N20), dándose por finalizado cuando se alcanzan 100 golpes.

La localización de los penetrómetros se representa en el Apéndice IV: Plano de localización de calicatas y penetrómetros, y las cotas de boca, profundidades y cotas de rechazo se recogen en la siguiente tabla:

PENETRÓMETRO	COTA DE LA BOCA	PROFUNDIDAD DE RECHAZO
P1	75,90	2,40
P2	77,15	4,49
P3	84,30	3,67
P4	90,05	4,72

3.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han realizado una serie de ensayos sobre las muestras tomadas en las calicatas con los que se pretende:

1. Caracterizar los suelos que afloran en los niveles más superficiales y el análisis de la posibilidad de que puedan ser utilizados en las zonas de terraplén.
2. Conocer la resistencia a compresión simple del estrato rocoso.

Los ensayos efectuados son los que se indican a continuación:

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Límites de Atteberg.
- Humedad natural.
- Contenido de materia orgánica.
- Proctor Normal.
- Compresión simple.
- Contenido en % de sulfatos.
- Ensayo de carga en placa.

4.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

A partir de los datos derivados de las muestras obtenidas en las calicatas y penetrómetros y de la información geológica existente, se pueden englobar (en términos generales) los materiales que constituyen el subsuelo dentro de los siguientes capítulos.

Tierra vegetal

Es la primera capa del suelo. Tierra vegetal de textura limosa-arcillosa y color marrón oscuro. En profundidad se mezcla con material más grisáceo y con tonos naranjas.

En las zonas pavimentadas no suele aparecer, al haberse retirado esta capa del suelo para la construcción de aceras o firmes, siendo sustituido por rellenos antrópicos. Se trata de un manto vegetal con un alto contenido en materia orgánica por lo tanto no interesa en cuánto a la caracterización del terreno de cimentación (punto de vista geotécnico) y debe ser retirado.

En todas las calicatas se aprecia un nivel formado por 50 cm de tierra vegetal.

Rellenos antrópicos

Representan la capa más superficial en la zona urbanizada. Constituida por materiales heterogéneos y granulares (tierra vegetal, grava, gravilla, finos, bolos de jabre,...). Textura terrosa-arenosa y color pardo.

En ocasiones se encuentra alto contenido de materia orgánica y/o de escombros, por lo que se trata de un nivel inadecuado como sustrato de cimentación. Suele oscilar entre 0,3 y 0,5 m de espesor.

Manto de alteración granodiorítico

Grado de alteración (G.A.) V a IV. Material de textura arenosa, reconociendo la estructura de la roca original, descompuesta. Procede de la alteración "in situ" del sustrato rocoso.

En el GA V aparecen intercalados niveles con un mayor contenido en cuarzos debido a procesos de relleno de discontinuidades. Color amarillento e índice de pasticidad medio.

El GA IV corresponde al jabre gallego, producto de la descomposición del granito. Color amarillo claro.

A medida que aumenta la profundidad, disminuye el grado de alteración y la compacidad aumenta, dando lugar a la roca sana.

La potencia de este nivel se estima en 0,3 - 0,4 m.

Sustrato rocoso (Granodiorita)

A medida que aumenta la profundidad disminuye el GA, siendo inicialmente de III. En el caso de la granodiorita GA II, se trata de una roca sana, poco profunda, con una resistencia a compresión simple que varía entre 5 y 10 MPa, por lo que puede ser considerado a efectos de cálculo como un sustrato infinitamente rígido.

No se han detectado contenidos en sulfatos en los suelos, por lo que no se consideran agresivos a los componentes del hormigón.

Se han realizado dos ensayos de resistencia a compresión en las calicatas C2 y C4 cuyos resultados se muestran a continuación:

MUESTRA	Qu (kg/cm ²)
C2	98
C4	111

ESCALA DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA (ISMR, 1978)		
GRADO DE METEORIZACIÓN	DENOMINACIÓN	CRITERIO DE RECONOCIMIENTO
I	SANA	Roca no meteorizada. Conserva el color lustroso en toda la masa.
II	SANA CON JUNTAS TEÑIDAS DE OXIDOS	Las caras de las juntas están manchadas de óxidos pero el bloque unitario entre juntas mantiene el color lustroso de la roca.
III	MODERADAMENTE METEORIZADA	Claramente meteorizada a través de pretrofábrica, reconociéndose el cambio de color de la roca sana, desde simples manchas a variación de color en toda la masa.
IV	MUY METEORIZADA	Roca intensamente meteorizada que puede desmenuzarse a mano y romperse.
V	COMPLETAMENTE METEORIZADA	Material con aspecto de suelo completamente descompuesto por meteorización "in situ", pero en el cual se pueden reconocer las estructuras de la roca original.

5.- ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

El estudio de la cimentación se establece en función de los resultados obtenidos en el trabajo de campo (calicatas y penetrómetros), ensayos de laboratorio y el tipo de sustrato existente.

Para determinar el tipo más apropiado de cimentación para nuestra estructura se necesitaría conocer las cargas que se transmiten al terreno, que no se conocerán hasta que se realice el cálculo completo de la estructura. No obstante, dada la tipología estructural empleada, se pueden plantear las siguientes recomendaciones:

Se considerará como nivel aceptable de cimentación el sustrato rocoso existente.

La cota del plano de cimentación se corresponderá con aquella para la que la capacidad portante del estrato sea adecuada. Se puede considerar satisfecha esta condición tomando como referencia 20 golpes en un ensayo de penetración dinámica.

Se planteará el empleo de cimentaciones superficiales, ya que la capacidad portante necesaria se alcanza a profundidades en torno a los 2 metros o inferiores. El caso más sencillo es el empleo de zapatas aisladas.

6.- ANÁLISIS DE DESMONTES Y TERRAPLENES

6.1.- DESMONTES

Los materiales que aparecerán al ser excavados corresponderán fundamentalmente a suelos de alteración, por lo tanto serán suelos excavables con medios mecánicos habituales y que serán clasificados como tolerables y podrán ser empleados en núcleo de terraplén. Únicamente el substrato sano a moderadamente meteorizado pudiera requerir medios de excavación tales como martillo neumático.

Se adoptará un talud de desmonte 1H:1V, suficientemente conservador para los materiales existentes en la zona.

6.2.- TERRAPLENES

En la realización de los terraplenes será necesario el acondicionamiento y preparación de los apoyos de los mismos.

Se retirará la tierra vegetal y los suelos superficiales más flojos, y se emplearán materiales de tipo “suelo seleccionado (2)” (CBR > 10) en su coronación. Debe compactarse de forma que se obtenga una densidad seca próxima al 100% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Normal. Se recomienda la colocación del suelo en tongadas de alrededor de 30 cm compactando mediante 4-6 pasadas de rodillo vibrante de 8 toneladas de peso estático.

El núcleo de terraplén (suelo tolerable) debe compactarse de forma que se obtenga una densidad seca no inferior al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Normal. Se estima que esto podrá lograrse con tongadas de unos 30 cm mediante 6-8 pasadas de rodillo vibrante de 8 toneladas de peso estático.

Con estas condiciones de compactación se estima que un talud de terraplén de 3H:2V es suficientemente estable.

7.- CATEGORÍA DE LA EXPLANADA

Con el objetivo de definir la estructura del firme se establecen tres categorías de explanada, denominadas E1, E2 y E3, en función del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2).

MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE LA EXPLANADA	E1	E2	E3
EV2 (MPa)	≥60	≥120	≥300

8.- VALIDEZ DE LOS MATERIALES

Los ensayos realizados en laboratorio sobre las muestras extraídas durante los trabajos de campo tienen como fin determinar la validez de los materiales para su uso en zonas de terraplén.

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos.

ENSAYOS	C1	C2	C3	C4
% que pasa por el tamiz 0.080 UNE	18.3	14.1	20.4	22.9
Límites de Atterberg: • L.L. • L.P. • I.P.	NO NO N.P	NO NO N.P	NO NO N.P	NO NO N.P
Contenido en % de: • Humedad natural • Materia orgánica	15.5 0.23	22.2 0.30	20.2 0.31	25.4 0.34
Próctor normal: • D.M. (gr/cm ³) • H.O. (%)	1.75 15.0	1.76 14.9	1.78 15.1	1.76 15.1
EV2 (MPa) • Índice	190	170	210	220
Clasificación: • Casagrande • H.R.B.	SM A-2-4 (0)	SM A-1-b (0)	SM A-1-b (0)	SM A-1-b (0)
Contenido de sulfatos	No	No	No	No
Clasificación material según artículo 330 del PG-3	E-2	E-2	E-2	E-2
Clasificación matrial según instrucción 6.1-I.C.-6.2.-I.C. del M.O.P.T	E-2	E-2	E-2	E-2

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los datos expuestos en los puntos anteriores, se puede concluir:

- Se han realizado 4 calicatas y 4 ensayos de penetración dinámica, junto con los ensayos en laboratorio sobre las muestras del terreno y testigos de roca para la clasificación de los materiales.



- El suelo está constituido por los siguientes niveles:
 - Tierra vegetal
 - Manto de alteración granodiorítico
 - Sustrato rocoso (Granodiorita)
- No se ha alcanzado el nivel freático en ninguna de las calicatas, de modo que no supondrá un problema a la hora de realizar las excavaciones y cimentaciones.
- Tras obtener el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga podemos apreciar que la categoría de explanada se corresponde con la categoría E2.
- A partir de los datos obtenidos en los ensayos de calicatas y penetrómetros se propone una **cota de cimentación de - 3 metros**.
- Se estima una **capacidad portante del terreno de 2 kg/cm²**.



APÉNDICE I:

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

HOJA 8, 2-2 (LUGO)



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

BETANZOS

45
05-05

LEYENDA

DOMINIO DE LA SERIE DE ORDENES		
CUATERNARIO	HOLOCENO	Q _h -P
	PLEISTOCENO	Q _h -A ₁
		Q _h -A ₂
TERCIARIO	PLIOCENO	Q _h -C
		Q _h -D
	SUPERIOR	Q _h -E
	INFERIOR	Q _h -F
CAMBRICO		Q _h -G
PRECAMBRICO		Q _h -H

ROCAS FILONIANAS

Granito

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

Granodiorita tardía

GRANITO INTERFASE I-II

Granito de dos micas deformado

Granodiorita precoz

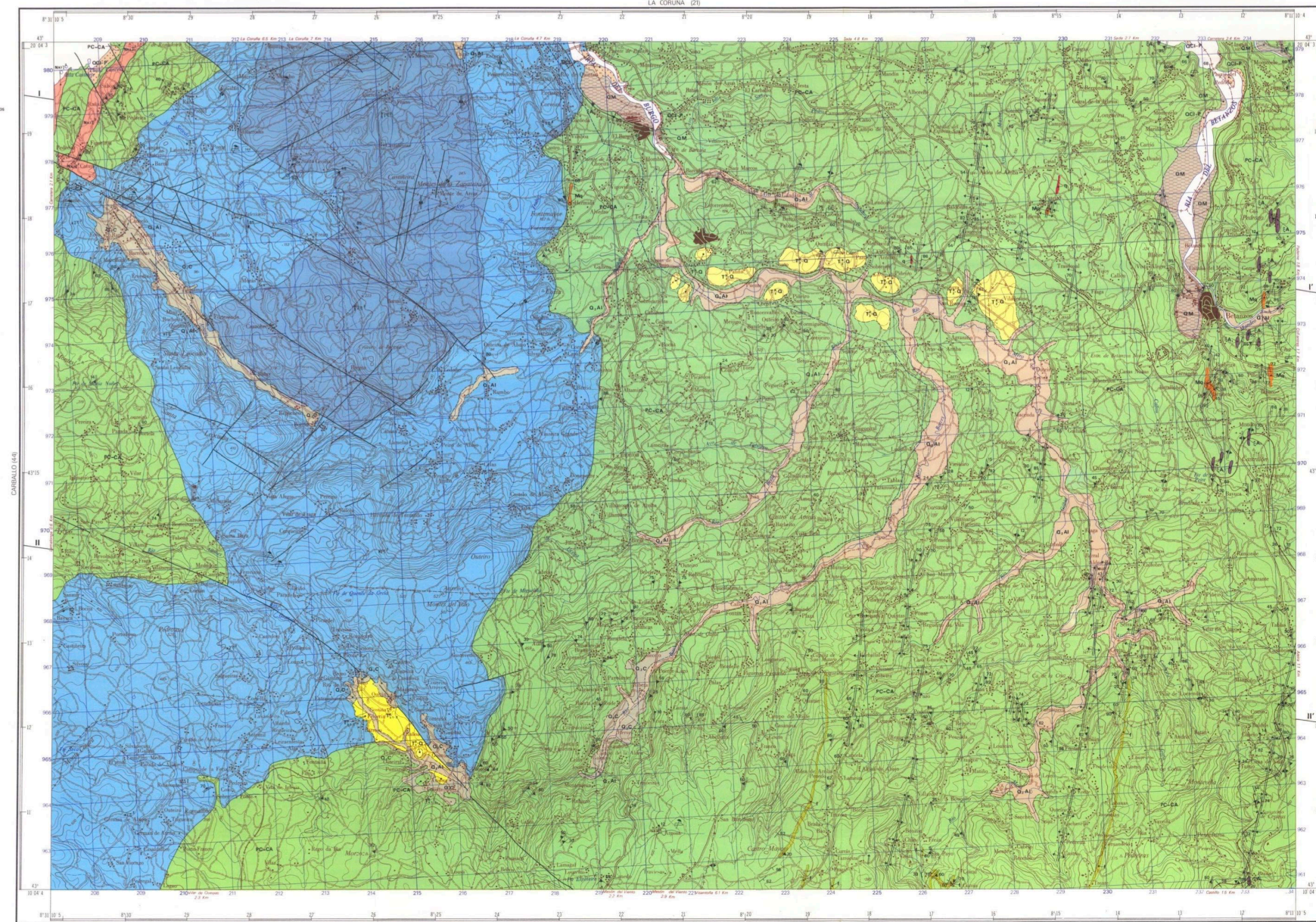
SIGNOS CONVENCIONALES

Contacto concordante o normal
Contacto intrusivo
Contacto discordante
Falla
Falla supuesta o deducida

TRAZA AXIAL DE LOS PUEBLOS

Anillo de Fase 2
Sistema de Fase 2

Dirección y buzamiento de la estratificación
Dirección y buzamiento de la estratificación de Fase 1 terciaria
Dirección y buzamiento de la estratificación de Fase 2 terciaria
Dirección y buzamiento vertical de la estratificación de Fase 2 terciaria
Dirección y buzamiento de la estratificación de Fase 3 terciaria
Estratificación vertical en rocas graníticas
Alineación de flujo en rocas graníticas
Alineación de flujo vertical en rocas graníticas
Límite de interacción y rasgos de microplegamiento asociados a la Fase 2
Cintura activa
Cintura inactiva



SE EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

C.S.G. 1972
Base topográfica: Instituto Geográfico Nacional
Grabado y fotomecánica: Cartográfica Ibérica S.A. (Cibesa)
Tirada: Nebreda Hermanos S.A. Depósito legal: M-18.925-1981

Escala 1:50.000

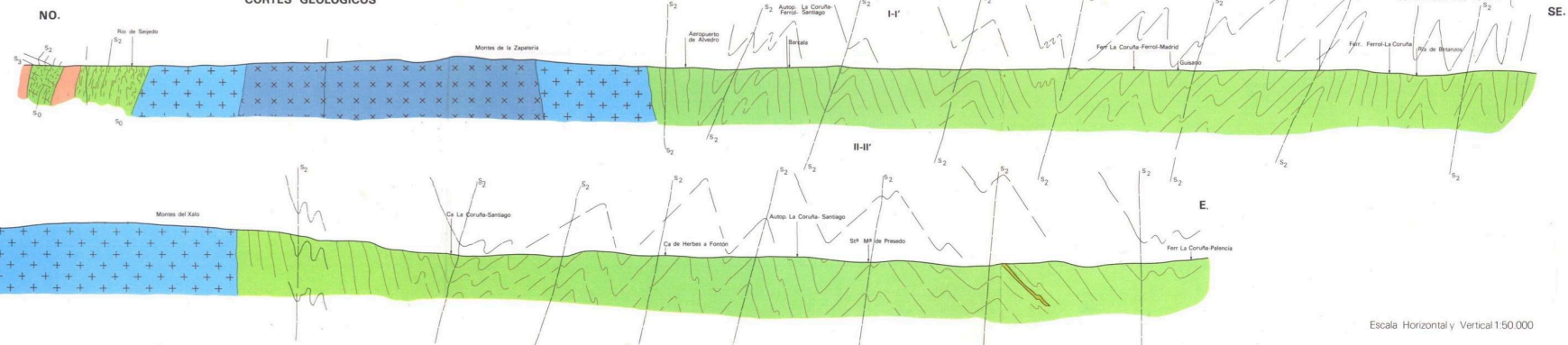
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Cuadrícula Lambert Equidistante de las curvas de nivel 20 metros
Proyección U.T.M. Elipsoidal internacional

NORMAS DIRECCION Y SUPERVISION I.G.M.E.

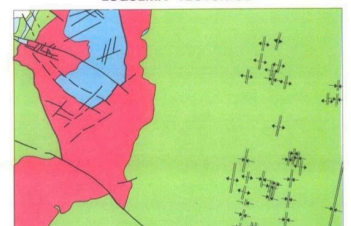
IMINSA
J. Galán Aras
F. Aldega Valverde
F. Ruiz Aras

DIRECTOR DEL PROYECTO Y SUPERVISOR DEL I.G.M.E.
A. Huerga Rodríguez

CORTES GEOLOGICOS



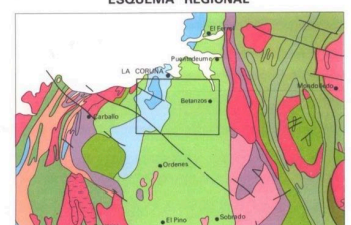
ESQUEMA TECTONICO



Escala 1:250.000

Serie Ordenes
Granodiorita precoz
Granodiorita tardía
Granito de dos micas deformado

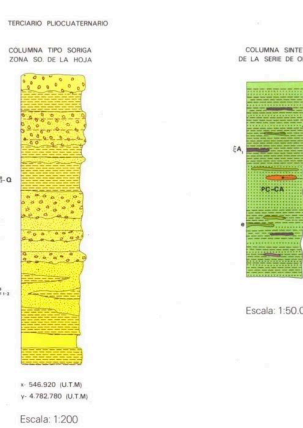
ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000

Granodiorita tardía
Granodiorita precoz
Granito de dos micas deformado
Ordografitas
Rocas metabasales y ultrabásicas
Esquistos indiferenciados
Serie de Ordenes
Serie de Villalba
Serie Olla de Sapo
Galeas
Cuarcita americana
Cuarcita med. Obispo inf.
Cambrios inferior
Migmatitas

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS



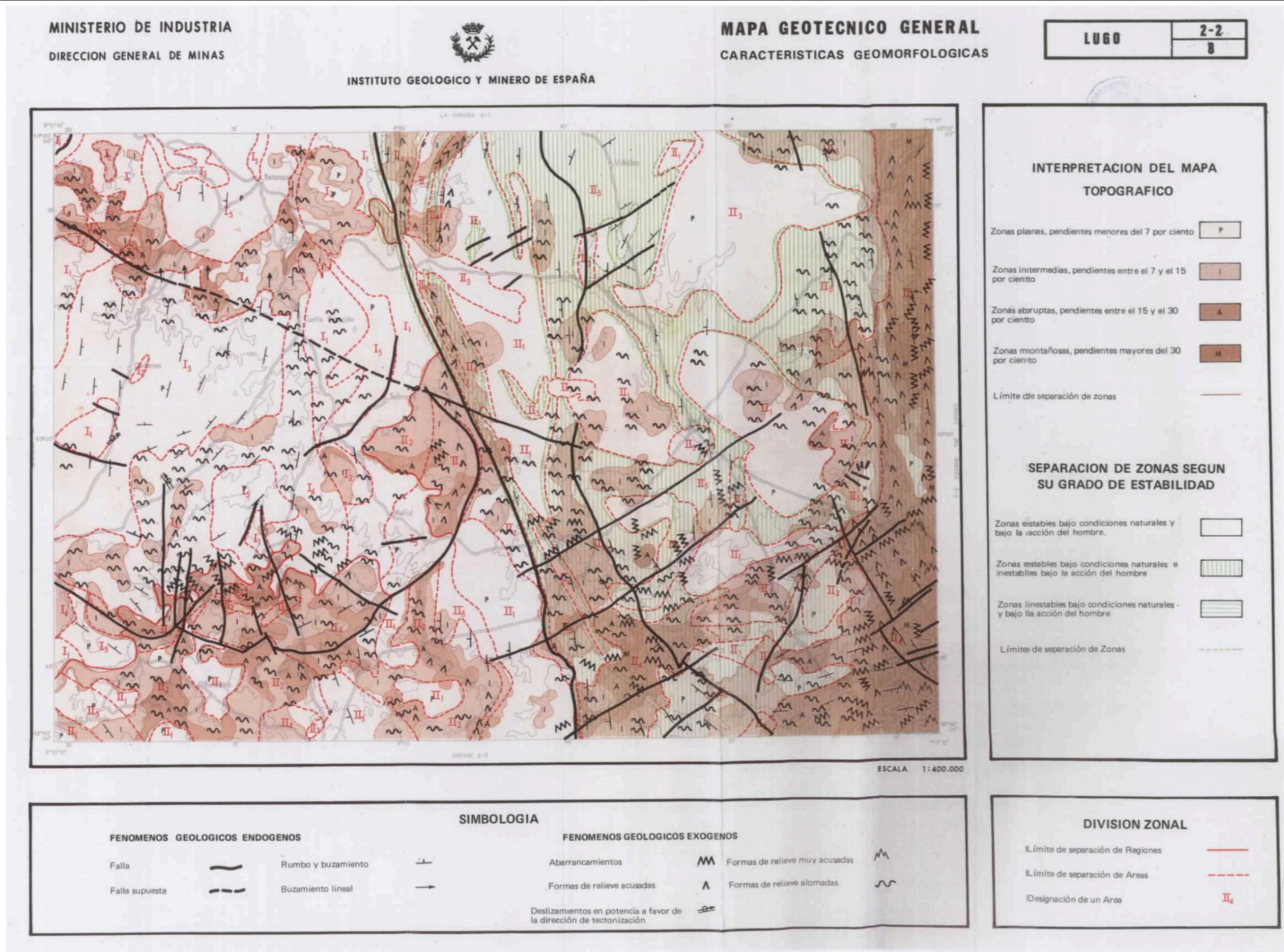
Escala 1:200

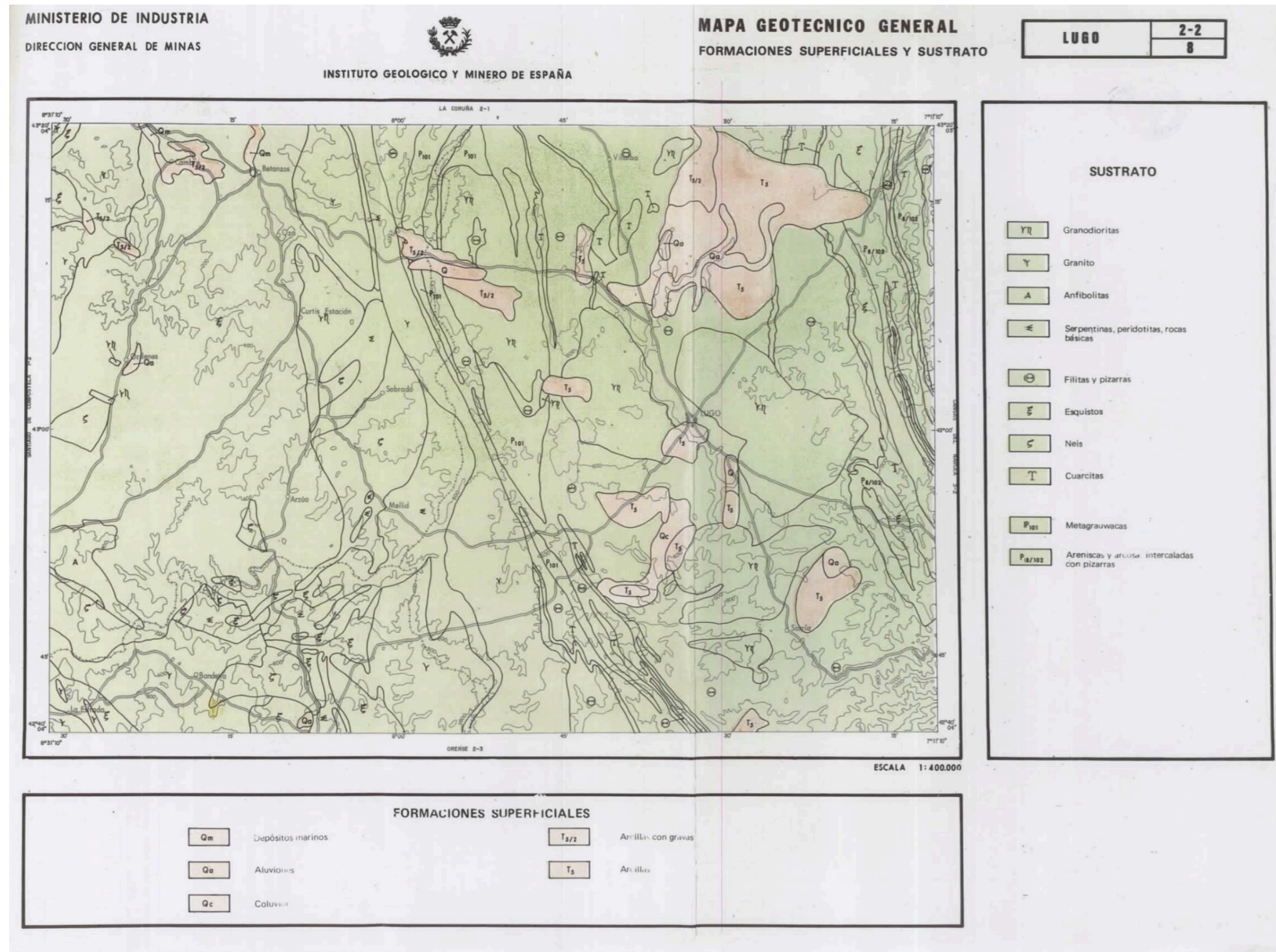


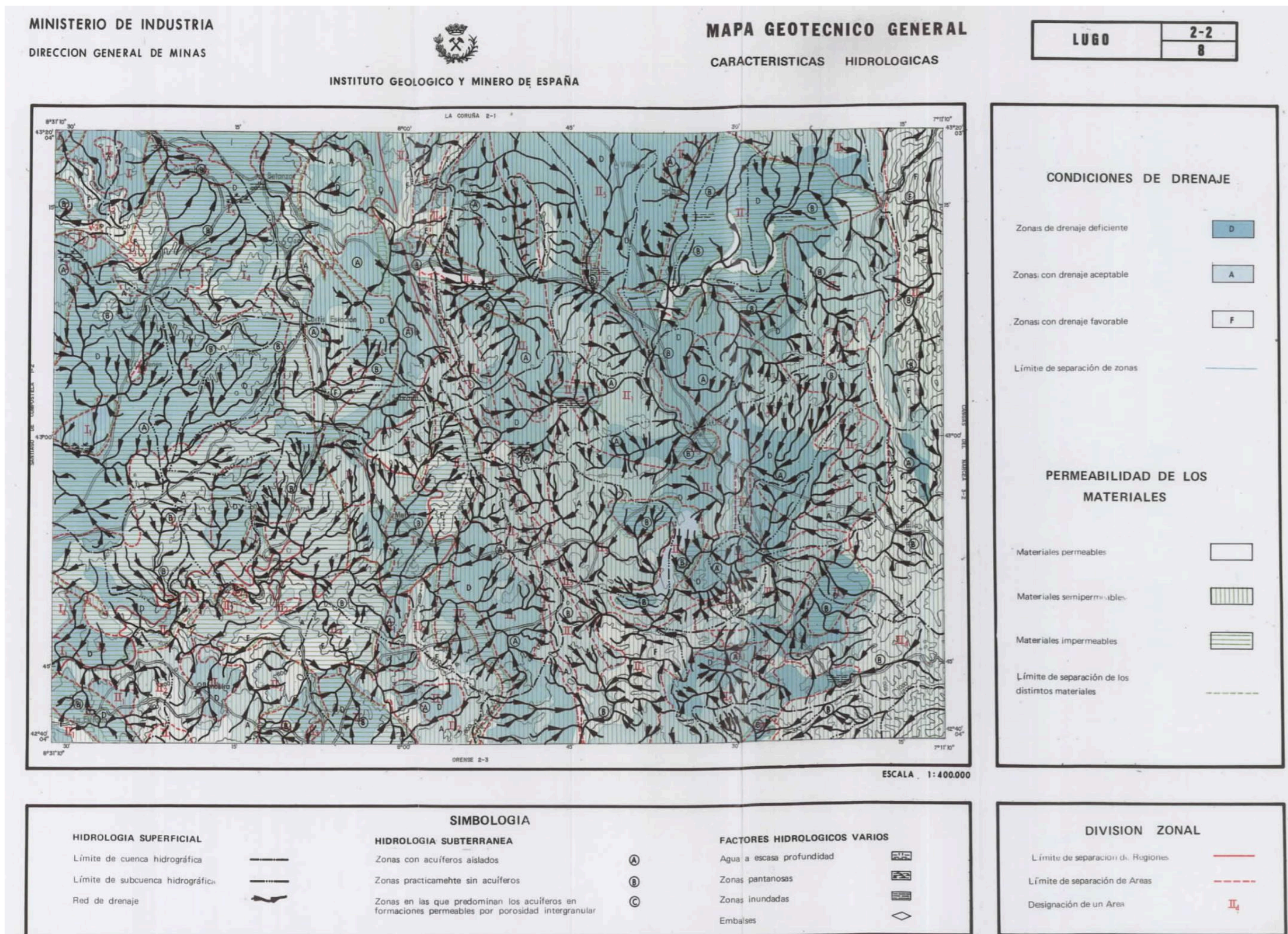
APÉNDICE II:

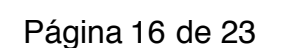
MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

HOJA 45, 05-05 (BETANZOS)











APÉNDICE III:

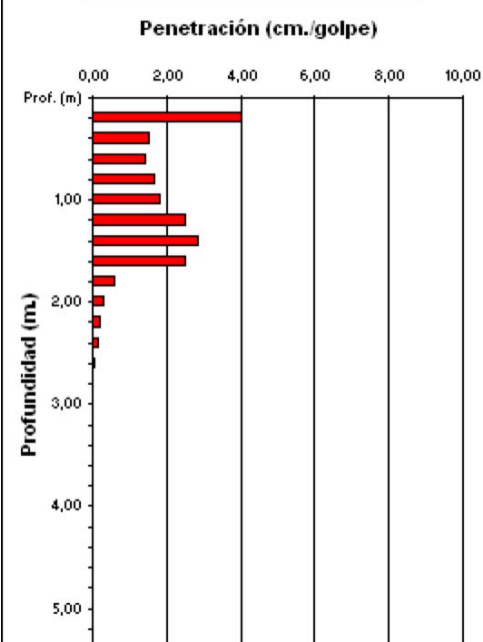
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA



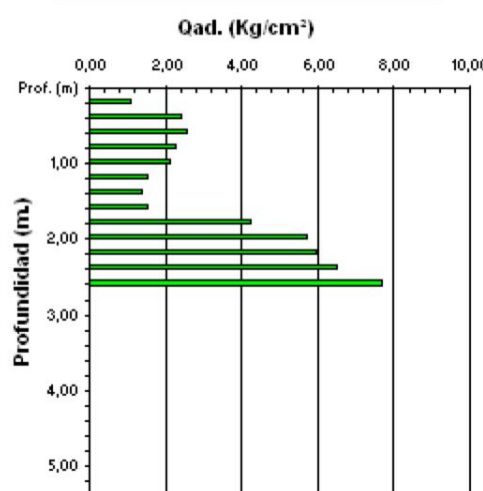
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P1 (Tipo BORROS)

Localización: Apéndice1: Plano de localización de calicatas y penetrómetros.

Evolución de la Penetración
con la Profundidad



Evolución de las Presiones
Admisibles con la Profundidad.

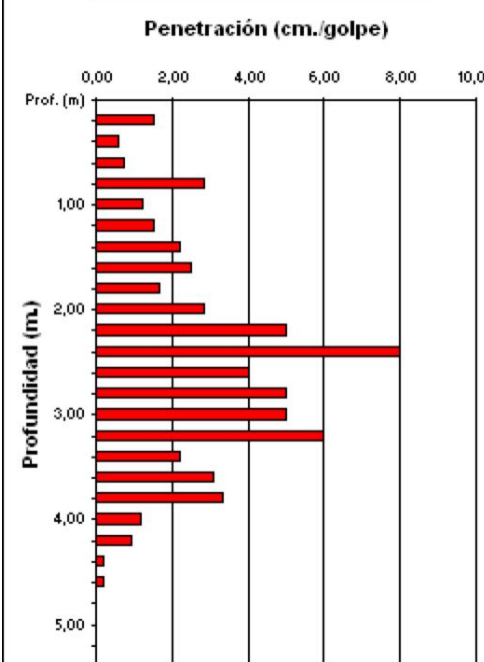


Prof. (m)	Nº Golpes	cm./Golpe	Qad (kg/cm²)
0,20	5	4,00	1,09
0,40	13	1,54	2,42
0,60	14	1,43	2,55
0,80	12	1,67	2,27
1,00	11	1,82	2,12
1,20	8	2,50	1,52
1,40	7	2,86	1,36
1,60	8	2,50	1,52
1,80	35	0,57	4,25
2,00	68	0,29	5,73
2,20	96	0,21	5,98
2,35	100	0,15	6,52
2,40	100	0,05	7,70
2,80			
3,00			
3,20			
3,40			
3,60			
3,80			
4,00			
4,20			
4,40			
4,60			
4,80			
5,00			
5,20			
5,40			
5,60			
5,80			
6,00			
6,20			
6,40			
6,60			
6,80			
7,00			
7,20			
7,40			
7,60			
7,80			
8,00			
8,20			
8,40			
8,60			
8,80			
9,00			

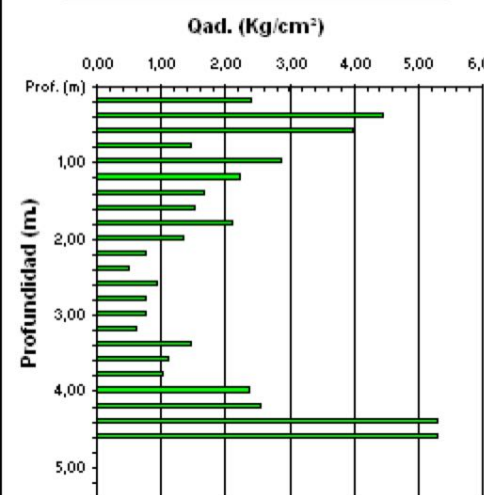
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P2 (Tipo BORROS)

Localización: Apéndice1: Plano de localización de calicatas y penetrómetros.

Evolución de la Penetración
con la Profundidad



Evolución de las Presiones
Admisibles con la Profundidad.



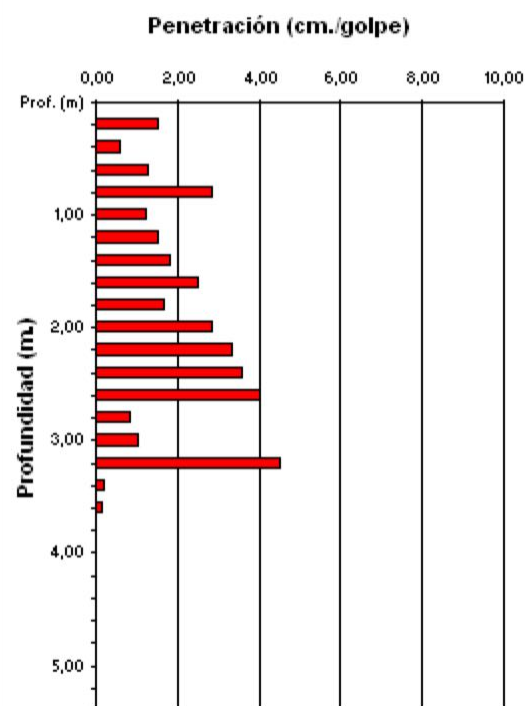
Prof. (m)	Nº Golpes	cm./Golpe	Qad (kg/cm²)
0,20	5	1,54	2,41
0,40	21	0,61	4,44
0,60	27	0,74	3,97
0,80	7	2,86	1,47
1,00	17	1,21	2,88
1,20	13	1,54	2,23
1,40	9	2,22	1,67
1,60	8	2,50	1,52
1,80	12	1,67	2,10
2,00	7	2,86	1,36
2,20	4	5,00	0,77
2,40	4	8,00	0,50
2,60	5	4,00	0,94
2,80	4	5,00	0,77
3,00	4	5,00	0,77
3,20	16	6,00	0,61
3,40	9	2,22	1,45
3,60	3	3,10	1,10
3,80	6	3,33	1,03
4,00	17	1,18	2,36
4,20	21	0,95	2,56
4,44	100	0,20	5,31
4,49	100	0,20	5,31
4,80			
5,00			
5,20			
5,40			
5,60			
5,80			
6,00			
6,20			
6,40			
6,60			
6,80			
7,00			
7,20			
7,40			
7,60			
7,80			
8,00			
8,20			
8,40			
8,60			
8,80			
9,00			



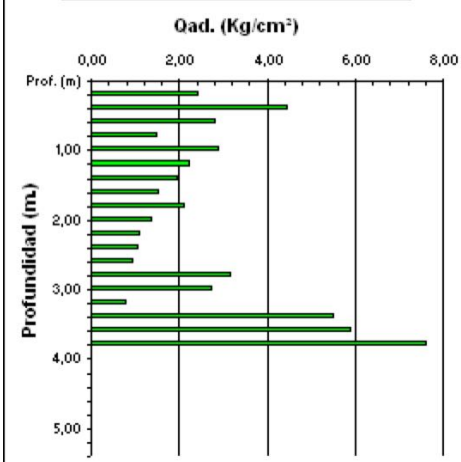
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P3 (Tipo BORROS)

Localización: Apéndice1: Plano de localización de calicatas y penetrómetros.

Evolución de la Penetración
con la Profundidad



Evolución de las Presiones
Admisibles con la Profundidad.

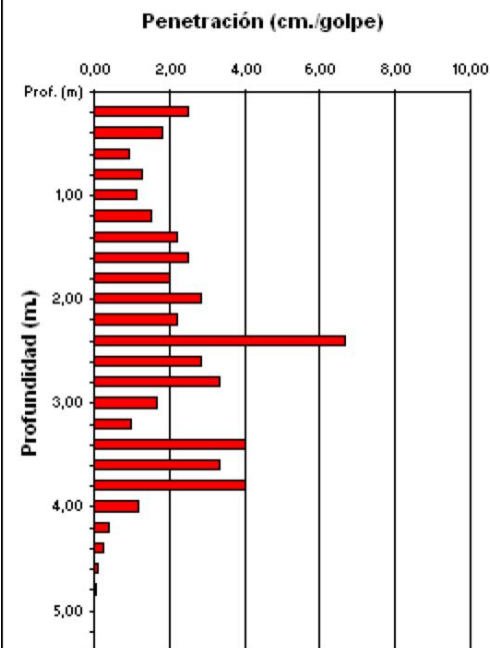


Prof. (m)	Nº Golpes	cm./Golpe	Qad (kg/cm²)
0,20	1	1,54	2,41
0,40	12	0,61	4,44
0,60	16	1,25	2,81
0,80	7	2,86	1,47
1,00	11	1,21	2,88
1,20	13	1,54	2,23
1,40	11	1,82	1,96
1,60	8	2,50	1,52
1,80	12	1,67	2,10
2,00	7	2,86	1,36
2,20	6	3,33	1,11
2,40	14	3,57	1,04
2,60	5	4,00	0,94
2,80	24	0,83	3,18
3,00	19	1,05	2,73
3,20	56	4,51	0,79
3,40	91	0,22	5,50
3,60	100	0,17	5,91
3,67	100	0,02	7,61
4,00			
4,20			
4,40			
4,60			
4,80			
5,00			
5,20			
5,40			
5,60			
5,80			
6,00			
6,20			
6,40			
6,60			
6,80			
7,00			
7,20			
7,40			
7,60			
7,80			
8,00			
8,20			
8,40			
8,60			
8,80			
9,00			

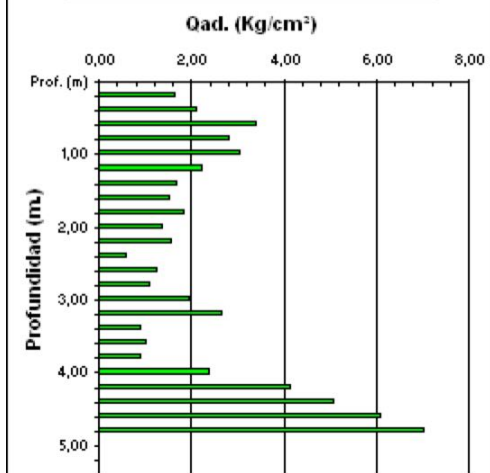
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P4 (Tipo BORROS)

Localización: Apéndice1: Plano de localización de calicatas y penetrómetros.

Evolución de la Penetración
con la Profundidad



Evolución de las Presiones
Admisibles con la Profundidad.



Prof. (m)	Nº Golpes	cm./Golpe	Qad (kg/cm²)
0,20	7	2,49	1,65
0,40	11	1,82	2,12
0,60	21	0,95	3,39
0,80	16	1,25	2,81
1,00	18	1,11	3,06
1,20	13	1,54	2,23
1,40	9	2,22	1,67
1,60	8	2,50	1,52
1,80	10	2,00	1,82
2,00	7	2,86	1,36
2,20	9	2,22	1,56
2,40	3	6,67	0,59
2,60	7	2,86	1,26
2,80	6	3,33	1,11
3,00	12	1,67	1,96
3,20	3	1,00	2,64
3,40	5	4,00	0,88
3,60	6	3,33	1,03
3,80	5	4,00	0,88
4,00	17	1,18	2,36
4,20	31	0,40	4,13
4,40	85	0,24	5,06
4,60	100	0,11	6,09
4,72	100	0,03	7,01
5,00			
5,20			
5,40			
5,60			
5,80			
6,00			
6,20			
6,40			
6,60			
6,80			
7,00			
7,20			
7,40			
7,60			
7,80			
8,00			
8,20			
8,40			
8,60			
8,80			
9,00			



APÉNDICE IV: PLANO DE CALICATAS

COTA DE INICIO: 75,32 m
REFERENCIA DE COTAS: rasante terreno

CALICATA Nº: C1

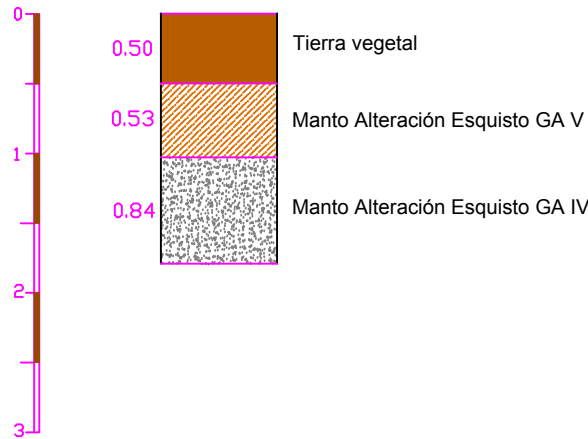
PROF. (m)	ESPESOR (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
--------------	----------------	-----------------------	-------------------------



COTA DE INICIO: 585,24 m
REFERENCIA DE COTAS: rasante terreno

CALICATA Nº: C3

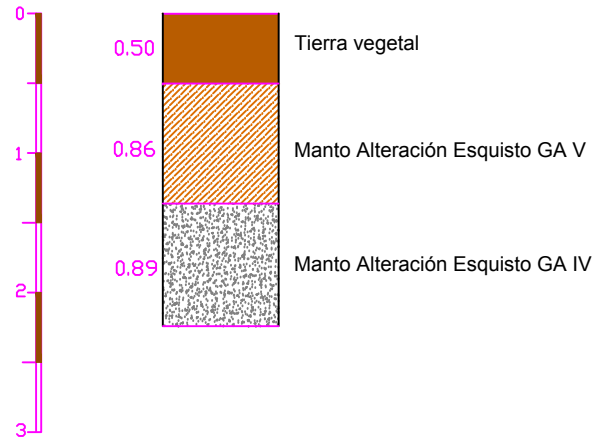
PROF. (m)	ESPESOR (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
--------------	----------------	-----------------------	-------------------------



COTA DE INICIO: 76,25 m
REFERENCIA DE COTAS: rasante terreno

CALICATA Nº: C2

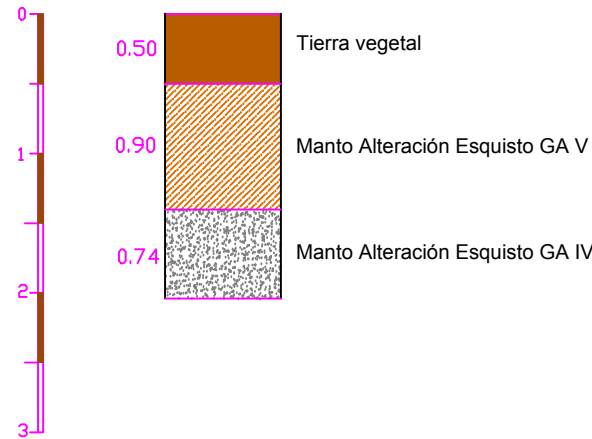
PROF. (m)	ESPESOR (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
--------------	----------------	-----------------------	-------------------------



COTA DE INICIO: 587,00 m
REFERENCIA DE COTAS: rasante terreno

CALICATA Nº: C4

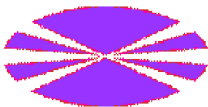
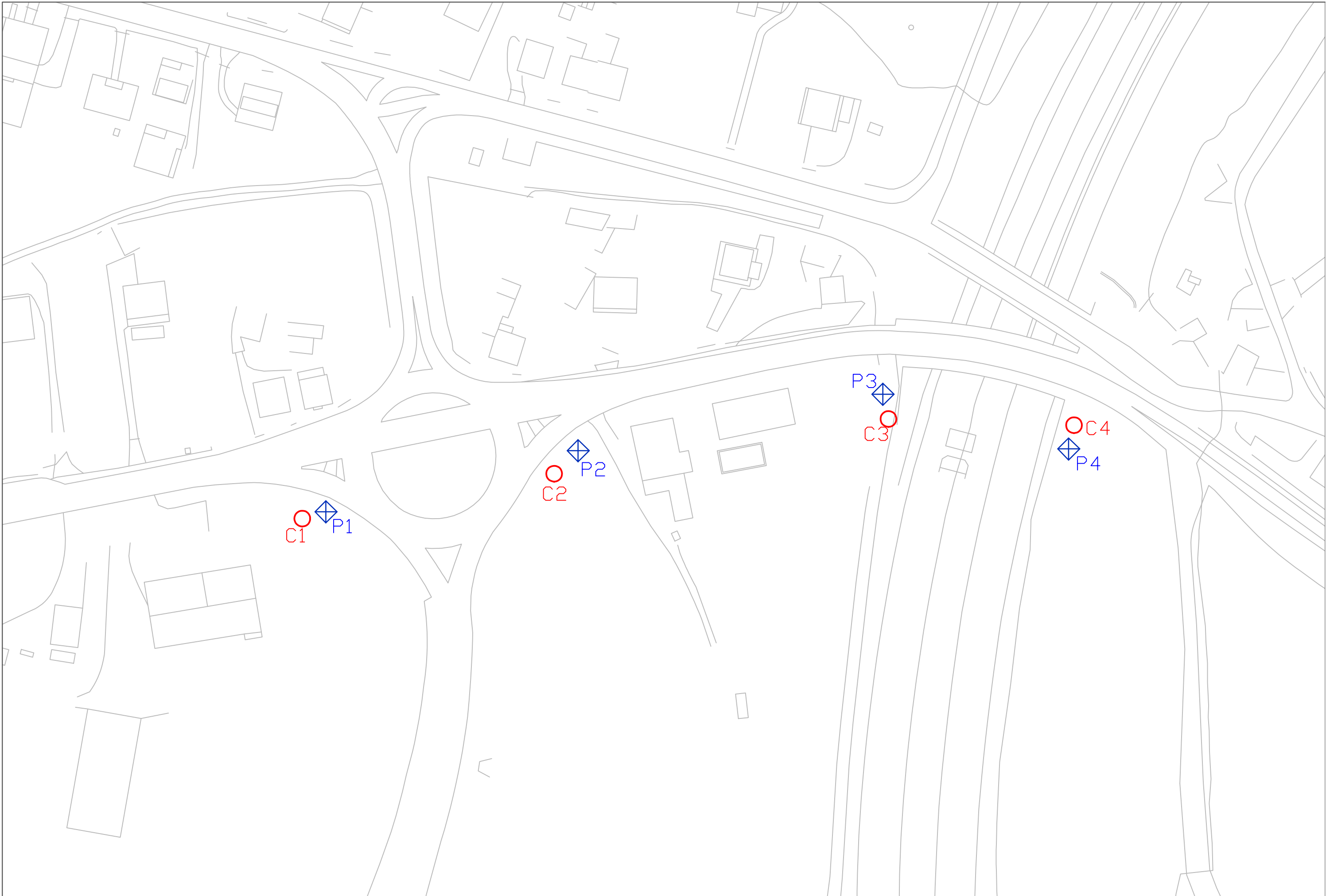
PROF. (m)	ESPESOR (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
--------------	----------------	-----------------------	-------------------------





APÉNDICE V:

PLANO DE LOCALIZACIÓN DE CALICATAS Y PENETRÓMETROS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Título del Proyecto:
Mejora de la conexión entre la N-550
y la A-6 en A Rocha, Cambre

Alumno autor:
Antonio Sánchez Bao
Firma:

Designación del plano:
Calicatas y Penetrómetros. Localización

Plano Nº: 1
Hoja Nº: 1 de 1



ESCALA:
1: 1000

Fecha:
OCTUBRE DE 2015



ANEJO Nº 9: ESTUDIO SÍSMICO



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- APLICACIÓN DE LA NORMA

2.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

2.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

2.3.- CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

3.- ACCELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

4.- CONCLUSIONES



1.- INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es el de analizar la necesidad o no de incluir las acciones sísmicas en el cálculo de las estructuras, en función de si afectan en la fase de construcción del paso superior o durante su vida útil. En el caso de que el resultado de este estudio fuese positivo, es decir, que hubiese que analizar el efecto de posibles sismos, procederíamos a la inclusión de ciertas acciones sísmicas en el cálculo estructural, analizando su efecto tanto en la fase de construcción como en la fase en la que el paso superior esté en servicio.

Principalmente se va a trabajar con la Norma de Construcción Sismorresistente NSCE-02, editada por el Ministerio de Fomento y aprobada por el Decreto 997/2002 del 27 de septiembre. También se consultará la Norma de Construcción Sismorresistente de Puentes, NCSP-07, que constituye la segunda parte de la NCSE-02, y que presenta muchos artículos de carácter general en común.

Esta normativa proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable. La finalidad última de estos criterios es la de evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño y el coste económico que puedan ocasionar los terremotos futuros.

Los parámetros principales que nos indicarán si debemos tener en cuenta el efecto sísmico son el grado de sismicidad de la zona de actuación y el valor de la aceleración sísmica de cálculo.

2.- APLICACIÓN DE LA NORMA

2.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

De acuerdo con la normativa, el ámbito de aplicación se extiende a todos los proyectos y obras de construcción relativos a edificación, y, en lo que corresponda, a los demás tipos de construcciones, en tanto no se aprueben para los mismos normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente.

2.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

A los efectos de esta normativa, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones se clasifican en:

1. De importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños significativos a terceros.

2. De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3. De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.
- Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- Edificios e instalaciones industriales incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.

- Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.
- Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

Para poder clasificar la importancia del paso superior se ha recurrido a la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)”, la cual dice que se considerarán de importancia especial, entre otros, los “*puentes situados en las calzadas principales de la red de alta capacidad (autovías y autopistas) y en las carreteras convencionales y vías de servicio cuya IMD sea superior a 7000 vehículos/día.*”

Por todo lo anterior, podemos clasificar el anteproyecto como una obra de importancia especial.

2.3.- CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

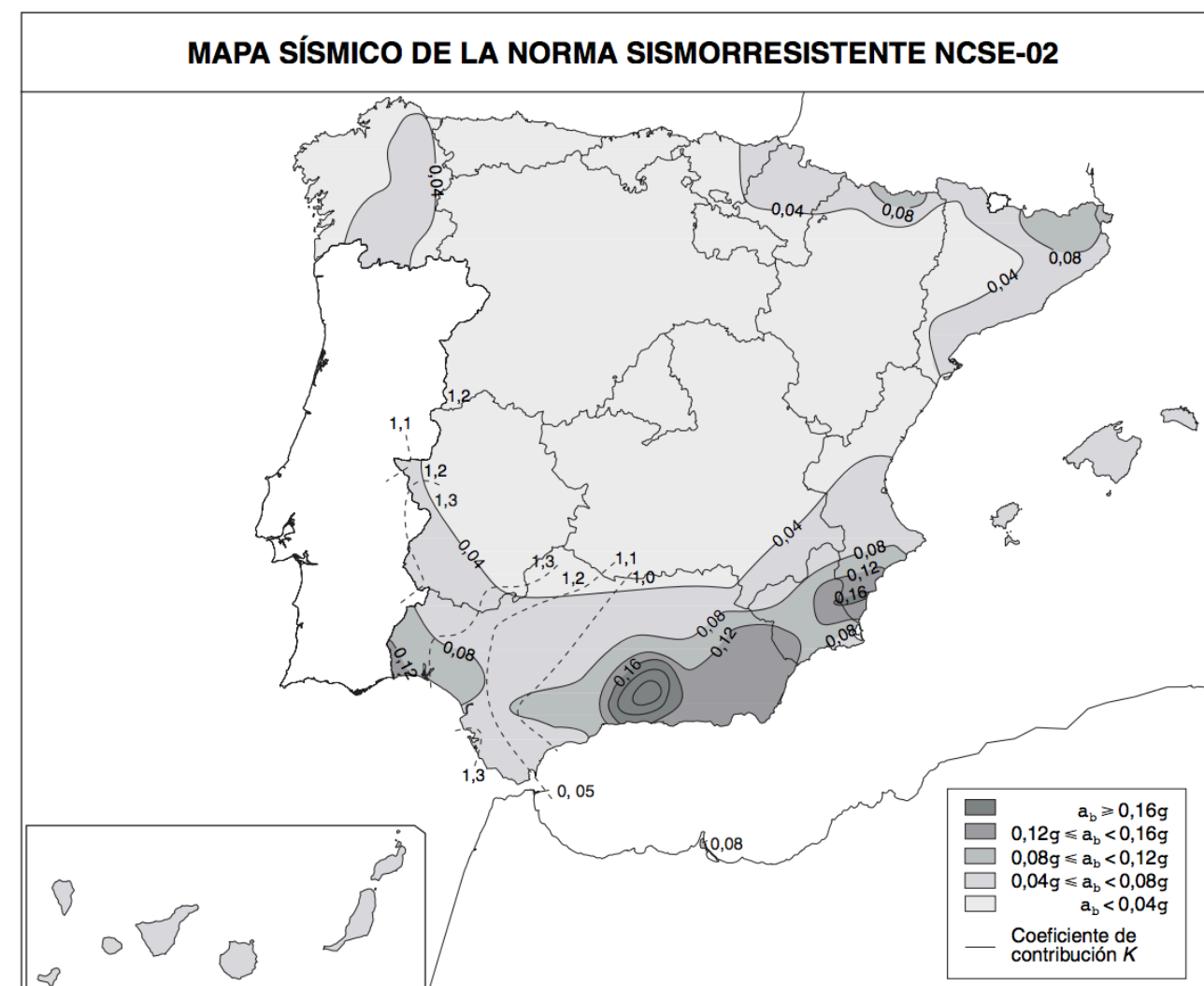
La aplicación de la Norma NCSE-02 no será de carácter obligatorio en los siguientes casos:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas la direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,08g$. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, a_c , es igual o mayor de $0,08$.

3.- ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica incluido en la NSCE-02. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g , la aceleración sísmica básica, a_b (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno) y el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

Como se puede ver a continuación, a la zona de estudio le corresponde un valor de a_b inferior a $0,04g$.



4.- CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que la obra objeto de este anteproyecto se considera de importancia especial y que $a_b < 0,04g$, no será necesario tener en cuenta las acciones sísmicas en los diferentes componentes estructurales de la obra, de acuerdo con los criterios de aplicación de la Norma Sismorresistente actual antes expuestos.



ANEJO Nº 10:

FIRMES



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- FACTORES DE DISEÑO

2.1.- CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

2.2.- FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

2.2.1.- MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

2.3.- SECCIONES DE FIRME

2.3.1.- MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME

2.4.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

2.4.1.- ESPESOR DE LAS CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA

3.- SECCIÓN TIPO

4.- ARCENES

1.- INTRODUCCIÓN

Este anejo se redacta con la finalidad de elegir, justificar y describir los diferentes paquetes de firme para dar solución a este aspecto del presente anteproyecto. Los criterios de diseño de firmes tienen una notable influencia en el coste de construcción y del posterior mantenimiento de los mismos; de este modo se seguirán criterios técnicos, de tráfico y económicos para conseguir la máxima eficiencia en el desarrollo de la infraestructura.

La principal Normativa aplicada es:

- Norma 6.1-IC “Secciones de firme”.
- Norma 6.3-IC “Rehabilitación de firmes”.

Dado el carácter académico del anteproyecto será necesaria la toma de decisiones basándose en los firmes y pavimentos seleccionados en proyectos cercanos.

2.- FACTORES DE DISEÑO

2.1.- CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

De acuerdo con la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”, la estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados, IMD_p , que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Los datos de la IMD_p utilizados serán los estimados en el estudio de tráfico para el año de puesta en servicio. Entrando con estos valores en las siguientes tablas (extraídas de la Norma 6.1-IC) se tiene la categoría de tráfico pesado:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMD_p (vehículos pesados/día)	$\geq 4\ 000$	$< 4\ 000$ $\geq 2\ 000$	$< 2\ 000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMD_p (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

La siguiente tabla resume las categorías de tráfico obtenidas para cada una de las vías que confluyen en la intersección objeto de estudio:

CALZADA	IMD_p	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
		TEÓRICA	PROYECTO
N-550 (La Coruña - A Rocha)	399	T2	T1
N-550 (Santiago de Compostela - A Rocha)	1.324	T1	T1
Enlace A-6	995	T1	T1
DP-1702	502	T2	T1

Con el propósito de simplificar y unificar el diseño de los paquetes de firme se asignará una categoría de tráfico pesado T1 a todo el viario.

2.2.- FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

La Norma 6.1 IC “Secciones de firme”, a los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, establece tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{V2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”.

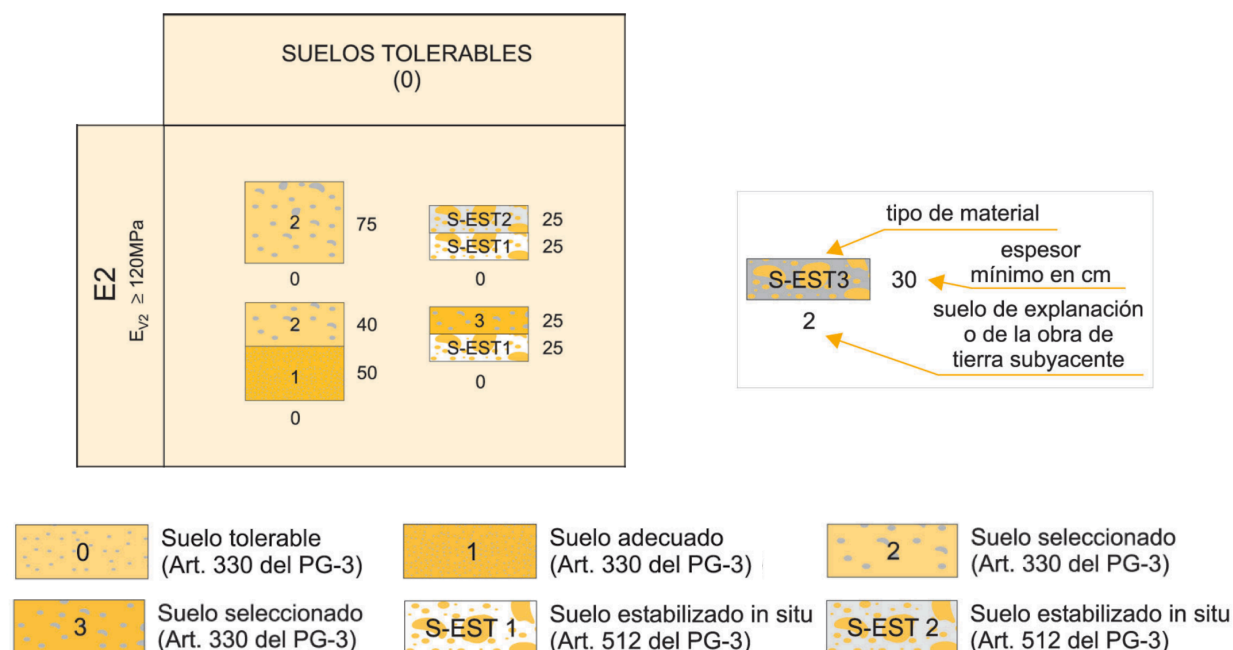
MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{V2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Según lo expuesto en el Anejo 8: Geológico-Geotécnico y consultando otros proyectos redactados y ejecutados en las cercanías de la zona objeto, los cuales disponen de un estudio geológico y geotécnico completo, concluimos que se trata de un **Suelo Tolerable**. Por lo tanto se adoptará una explanada **E2** en todos los ejes del proyecto que es la más adecuada para el tipo de terreno y tráfico.



La Norma 6.1-IC “Secciones de firme” ofrece cuatro configuraciones diferentes para explanadas de tipo E2 en suelos tolerables las cuales se presentan a continuación.



La norma 6.1-IC de Secciones de Firme indica que: “Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, se recomienda al ingeniero proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar.”

Por lo tanto se dispondrá para la formación de la explanada en primer lugar una capa de S-EST 1 de 25 cm de espesor mínimo y posteriormente una capa de S-EST 2 de al menos 25 cm de espesor.

Esto solamente se aplicará en el trazado de nueva construcción que no discorra sobre viaducto. En aquellas zonas que el trazado discorra sobre una plataforma ya existente sólo se eliminará la capa de firme actual mediante fresado, ya que es previsible que la capa que quede debajo sea directamente una explanada competente, no siendo necesario ningún trabajo de mejora de la misma. No obstante, una vez retirado el firme, se realizará un ensayo de carga con placa y en el caso de dar un módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}) menor de 120 se procedería a retirar otros 50 cm para sustituirlos por Suelo Seleccionado.

2.2.1.- MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

En la siguiente tabla se relacionan los materiales utilizables en la formación de la explanada:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	– Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	– CBR ≥ 3 (*). – Contenido en materia orgánica $< 1\%$. – Contenido en sulfatos solubles (SO_3) $< 1\%$. – Hinchamiento libre $< 1\%$.
1	Suelo adecuado	330	– CBR ≥ 5 (*) (**).
2	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	– Espesor mínimo: 25 cm. – Espesor máximo: 30 cm.

(*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(**) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR ≥ 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR ≥ 12 . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

2.3.- SECCIONES DE FIRME

En la Norma 6.1-IC “Secciones de firme” se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones de firme, por el procedimiento más generalizado entre las Administraciones de Carreteras. Se basa, fundamentalmente, en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

En la siguiente figura se recogen las secciones de firme correspondientes a nuestras categorías de tráfico pesado y de explanada. Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada técnica y económicamente. Todos los espesores de capa señalados se considerarán mínimos en cualquier punto de la sección transversal del carril de proyecto.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				<div>211</div> <div>212</div> <div>214</div> <div>MB 28</div> <div>MB 18</div> <div>HF 23</div> <div>SC 30⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 40</div> <div>ZA 20</div>
	E2			<div>121</div> <div>122⁽³⁾</div> <div>123</div> <div>124⁽³⁾</div> <div>MB 30</div> <div>MB 20</div> <div>MB 15</div> <div>HF 25</div> <div>SC 25⁽²⁾</div> <div>GC 22⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 22</div>	<div>221</div> <div>222⁽³⁾</div> <div>223</div> <div>224⁽³⁾</div> <div>MB 25</div> <div>MB 18</div> <div>MB 15</div> <div>HF 23</div> <div>SC 22⁽²⁾</div> <div>GC 20⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 20</div>
	E3	<div>0031</div> <div>0032</div> <div>0033</div> <div>0034</div> <div>MB 35</div> <div>MB 25</div> <div>MB 20</div> <div>HF 25⁽¹⁾</div> <div>SC 30</div> <div>GC 22⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 25</div>	<div>031</div> <div>032</div> <div>033</div> <div>034</div> <div>MB 30</div> <div>MB 20</div> <div>MB 18</div> <div>HF 24⁽¹⁾</div> <div>SC 25⁽²⁾</div> <div>GC 22⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 20</div>	<div>131</div> <div>132</div> <div>134</div> <div>MB 25</div> <div>MB 20</div> <div>HF 25</div> <div>SC 20⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 20</div>	<div>231</div> <div>232</div> <div>234</div> <div>MB 20</div> <div>MB 15</div> <div>HF 23</div> <div>SC 20⁽²⁾</div> <div>HM 15</div> <div>ZA 25</div> <div>ZA 20</div>

MB

 Mezclas bituminosas

HF

 Hormigón de firme

HM

 Hormigón magro vibrado

GC

 Gravacemento

SC

 Suelocemento

ZA

 Zahorra artificial

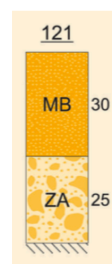
Espesores mínimos en cm

(1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
(2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamentos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
(3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

De entre las distintas secciones de firme disponibles vamos a descartar el empleo de firmes rígidos (hormigón). Se trata de firmes poco utilizados en Galicia, por lo que no tenemos precedentes fiables de su comportamiento en las condiciones existentes, además de que el ruido de rodadura que provocan es elevado. Por tales razones, vamos a prescindir de la sección 124.

También vamos a descartar aquellas secciones con base de suelo-cemento o de grava, debido a que en este tipo de bases se requiere un alto nivel de control durante la ejecución y la dosificación del cemento. Una pequeña variación en la dosificación en peso del cemento podría acarrear comportamientos estructurales no deseados, con fisuraciones y fallos localizados durante la vida útil.

En consecuencia, vamos a elegir para nuestro anteproyecto la **sección 121**, que a pesar de presentar un mayor espesor de mezcla bituminosa, no necesita la ejecución de suelo-cementos ni grava-cementos, lo que implica una mayor facilidad de construcción.



La sección de firme 121 constará de una capa de 25 cm de zahorra artificial y una capa de 30 cm de mezcla bituminosa.

2.3.1.- MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME

En la tabla siguiente se muestran las características de los posibles materiales del firme. También se indican las prescripciones complementarias y donde se pueden encontrar:

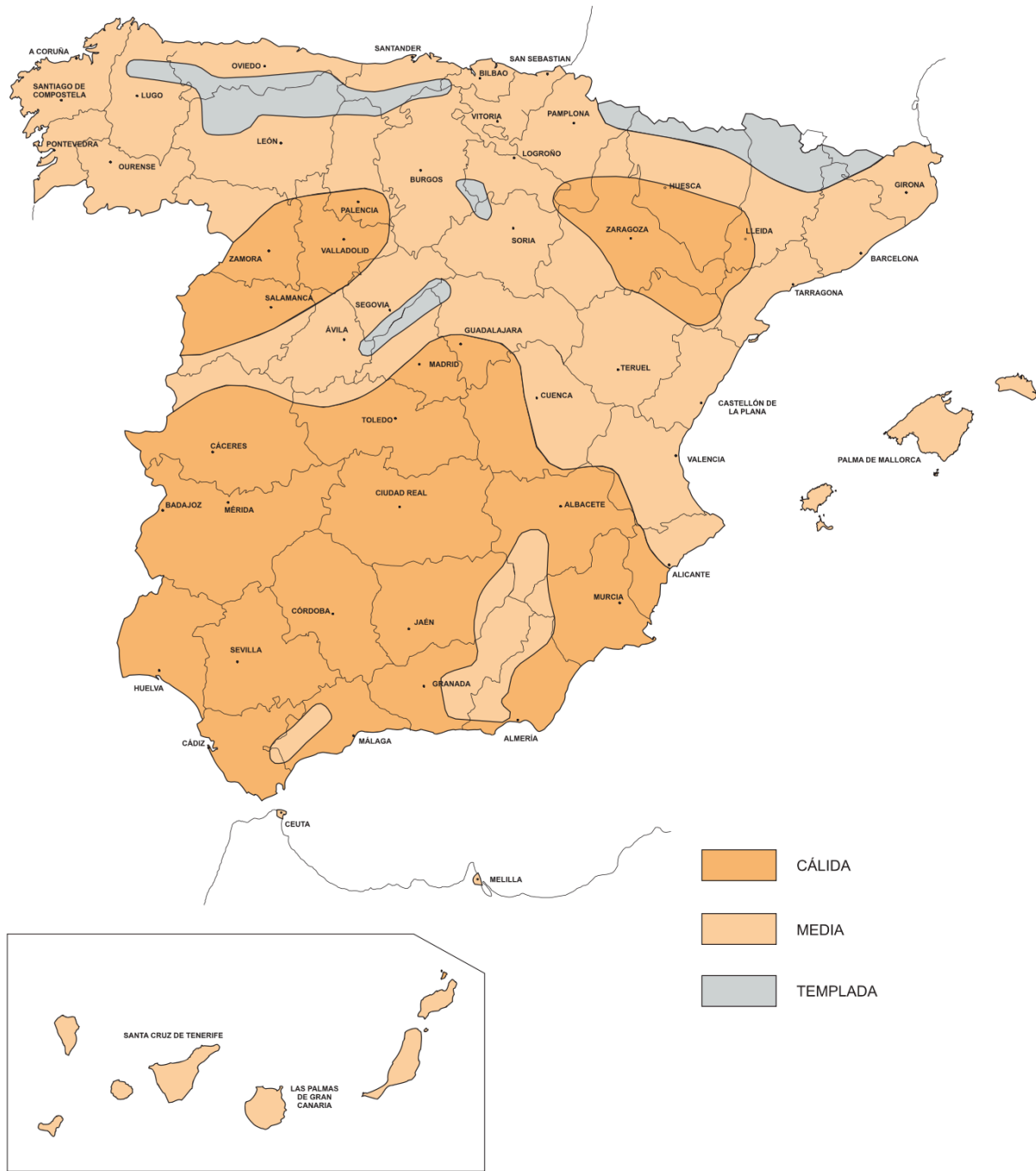
MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	—	— Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_r = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	—	—	— Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	—	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_F} = 1 - 0,065 \cdot \log N$	— Espesor mínimo: 20 cm. — Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento. • 30 cm para suelo-cemento.
		Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_F} = 1 - 0,080 \cdot \log N$	— Ver apartado 6.2.2.
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	— Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.	—	— Espesor mínimo: 15 cm. — Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\epsilon_z = 2,16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{-0,28}$	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes y en secciones 3221 y 4211). — Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.	—	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes). — Espesor máximo: 30 cm.

N: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).
 ϵ_r : deformación unitaria (ϵ_r = radial de tracción, y ϵ_z = vertical de compresión).

σ_r : tensión de tracción en MPa.
 R_F : resistencia a flexotracción del material en MPa.
(*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de tráfico pesado T42.

2.4.- MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, se tendrá en cuenta la correspondiente zona térmica estival definida en la siguiente figura:



La zona de estudio se encuentra dentro de una zona térmica estival media.

2.4.1.- ESPESOR DE LAS CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en tabla siguiente. Salvo justificación en contrario las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.

En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.
(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Mezcla M-10

- La dotación mínima de ligante respecto al árido seco será del 5%.
- El espesor mínimo una vez compactado será de 3 cm.
- El betún a emplear será del tipo B60/70 y la relación ponderal filler-betún estará comprendida entre 1,20 y 1,40.
- Todo el filler será de aportación.
- La mezcla bituminosa ha de cumplir las especificaciones de la O.C. 5/2001

Mezcla S-20

- La dotación mínima de ligante respecto al árido seco será del 4%.
- El espesor mínimo una vez compactado dependerá del tipo de actuación a acometer (7,10 o 12 cm).
- El betún a emplear será del tipo B-60/70 y la relación ponderal filler-betún será de 1,20.
- Al menos el 50% del filler será de aportación.

Mezcla D-20

- La dotación mínima de ligante respecto al árido seco será del 5,00%.
- El espesor mínimo una vez compactado dependerá del tipo de actuación a acometer (5 o 6 cm).
- El betún a emplear será del tipo B-60/70 y la relación ponderal filler-betún será de 1,3.
- Al menos el 50% del filler será de aportación.

Mezcla G-25

- La dotación mínima de ligante respecto al árido seco del 3,5%.
- El espesor mínimo una vez compactado será de 15 cm.
- El betún a emplear será del tipo B-60/70 y la relación ponderal filler-betún será de 1,1.
- Al menos el 50% del filler será de aportación.

Zahorra artificial

- Debe cumplir las especificaciones del artículo 501 del PG3/75.
- El espesor mínimo de la capa una vez compactada será de 25 cm.

3.- SECCIÓN TIPO

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y empleando el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) se obtienen las siguientes secciones tipo:

Sección sobre explanada E2

Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo M-10.

Riego de adherencia: Tipo ECR-2-m

Capa intermedia 1: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo D-20.

Riego de adherencia con una dotación de betún residual

Capa intermedia 2: 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-20.

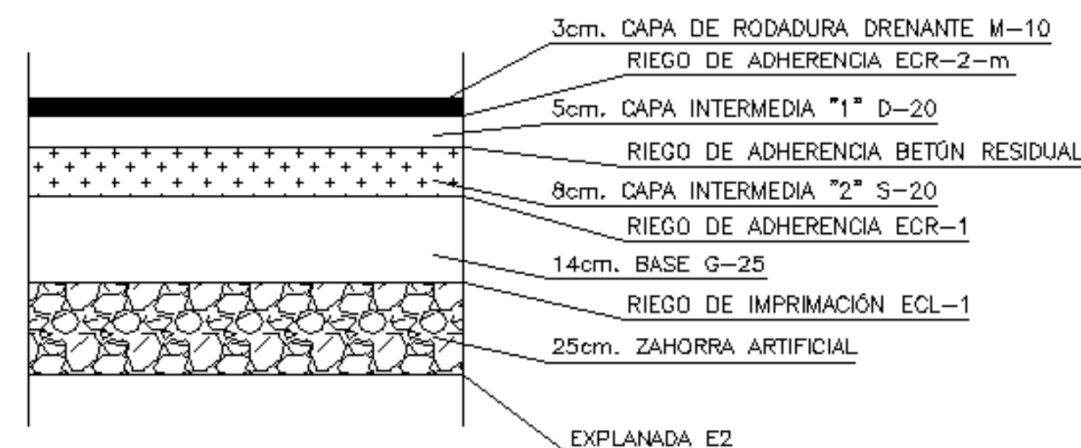
Riego de adherencia: Tipo ECR-1

Capa base: 14 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo G-25.

Riego de imprimación: Tipo ECL-1

Base granular: 25 cm de ZA-20

SECCIÓN 121



Sección sobre losa

Se considerará una sección de firme diferente sobre la parte superior de la losa tal y como indica la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)".



En el apartado 3.1.2. de dicha Instrucción se recoge que el espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre tableros de puentes, no será en ningún caso superior a diez centímetros (10 cm), incluida la preceptiva capa de impermeabilización y la eventual capa de regularización.

Capa de impermeabilización

Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo M-10.

Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo

Riego de imprimación: Tipo ECI

Ramales de entrada y salida

Con el fin de dar continuidad a la vía, y facilitar el proceso constructivo de esta, se decide que el firme en glorietas y ramales de enlace sea el mismo que el del tronco de la vías.

4.- ARCENES

Según la norma 6.1 IC salvo justificación en contrario, el firme de los arcenes de anchura no superior a 1,25 m será, por razones constructivas, prolongación del firme de la calzada adyacente. Su ejecución será simultánea, sin junta longitudinal entre la calzada y el arcén. Es el caso de los arcenes sobre el paso superior y los de la glorieta (0,5 m).

Los arcenes de anchura superior a 1,25 m deben ser dimensionados para la categoría de tráfico pesado correspondiente. En nuestro caso, dado que tenemos una categoría de tráfico T1 y se dispone un pavimento de mezcla bituminosa en caliente, la norma recomienda prolongar las capas de rodadura e intermedias y disponer una zahorra artificial drenante hasta alcanzar la explanada.



ANEJO Nº 11: ESTRUCTURAS



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ESTRUCTURAS PROYECTADAS

3.- DESCRIPCIÓN

3.1.- TABLERO

3.1.1.- SELECCIÓN DEL TABLERO

3.2.- PILAS

3.3.- ESTRIBOS

3.3.1.- SELECCIÓN DE LOS ESTRIBOS

3.4.- DRENAJE

3.5.- MUROS

4.- MATERIALES A EMPLEAR Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

4.1.- HORMIGONES

4.1.1.- DESIGNACIÓN

4.1.2.- RESISTENCIA A COMPRESIÓN

4.1.3.- COEFICIENTES DE MINORACIÓN

4.1.4.- MÓDULO DE ELASTICIDAD

4.1.5.- COEFICIENTES DE DILATACIÓN

4.1.6.- DIAGRAMA TENSIÓN DEFORMACIÓN DE CÁLCULO

4.2.- ACERO PASIVO

4.2.1.- DESIGNACIÓN DEL ACERO

4.2.2.- VALORES DE CÁLCULO

4.2.3.- MÓDULO DE ELASTICIDAD

4.2.4.- COEFICIENTES DE MINORACIÓN

4.2.5.- DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE CÁLCULO

5.- ACCIONES

5.1.- ACCIONES PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE (g)

5.1.1.- PESO PROPIO

5.1.2.- CARGA MUERTA Y SOBRECARGAS EN LAS ACERAS

5.2.- ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (g*)

5.2.1.- ACCIONES REOLÓGICAS Y TÉRMICAS

5.3.- ACCIONES VARIABLES (q)

5.3.1.- SOBRECARGAS DE USO

5.3.2.- SOBRECARGAS DE VIENTO

5.3.3.- ACCIONES SÍSMICAS

5.4.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD

5.5.- COMBINACIONES



1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la descripción de las estructuras incluidas en este anteproyecto. Dado el carácter académico del anteproyecto, únicamente se definirán las estructuras a nivel de geometría, sin cálculos, apoyándonos para ello en la publicación “Obras de paso de nueva construcción” del Ministerio de Fomento, donde encontraremos secciones tipo, relación canto-luz, criterios para el encaje, etc.

2.- ESTRUCTURAS PROYECTADAS

Las estructuras que se incluyen en el anejo y que se describen en los apartados posteriores son:

- Viaducto: Para pasar sobre la A-6 y sobre la glorieta
- Muros: Para separar el tronco de la N-550 de los ramales que dan acceso y salida a la intersección.

3.- DESCRIPCIÓN

3.1.- TABLERO

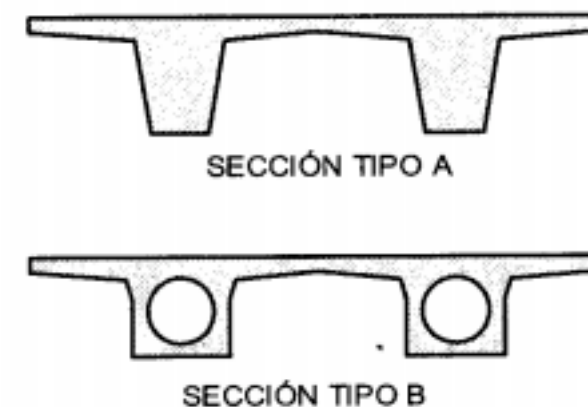
Los tipos más usuales de tableros de hormigón estructural que se utilizan son:

- Tableros constituidos por vigas prefabricadas.
- Tableros losa.
- Tableros nervados.
- Tableros de sección cajón.

Secciones transversales

En este caso se ha seleccionado un tablero tipo nervado debido a su mayor economía de materiales.

La sección transversal del tablero responde a la sección B planteada por la instrucción de “Obras de paso de nueva construcción”. Esta sección representa una mayor economía en los materiales, debido al ahorro que supone llevar a cabo la realización de los aligeramientos.



La utilización de secciones tipo A resulta óptima en soluciones isostáticas, ya que el hecho de concentrar el hormigón en la cabeza de compresión y eliminarlo de la de tracción, conduce al máximo aprovechamiento resistente de los materiales.

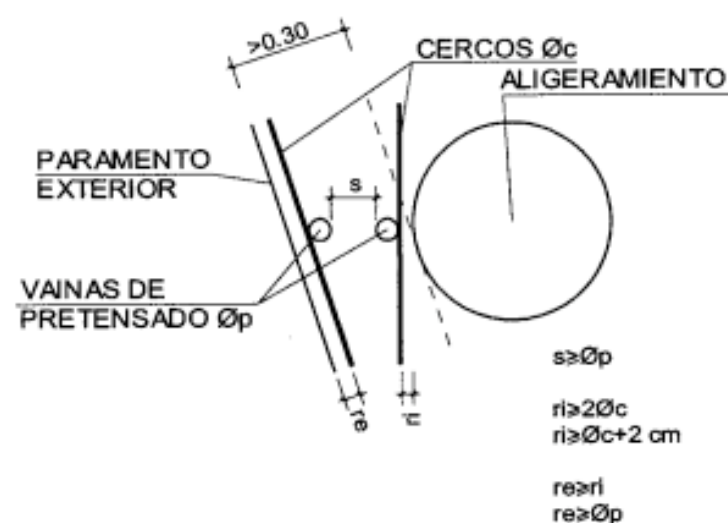
No ocurre lo mismo en el caso de los tableros continuos, ya que la sección de apoyos presenta una cabeza inferior de compresión mínima. Esto limita el empleo económico de esta sección transversal a luces no superiores a los 30-35 m.

En el caso de tableros continuos, por los motivos anteriormente expuestos, resulta preferible la sección con nervios aligerados tipo B, que proporciona una cabeza inferior más adecuada. Presenta además una mayor estabilidad de la sección transversal, lo que hace innecesario disponer los diafragmas que sin embargo resultan aconsejables en la sección tipo A, con la consiguiente disminución de su coste.

El espesor mínimo de las almas viene fijado por tres aspectos fundamentales:

- Resistencia: Por necesidades resistentes, fundamentalmente frente a esfuerzo cortante, se suele requerir espesores conjuntos de almas no inferiores a los 6 cm por metro de ancho de tablero.
- Facilidad constructiva: Las necesidades constructivas aconsejan evitar anchos de alma inferiores a los 30 cm, para garantizar el correcto hormigonado.
- Recubrimiento de las armaduras: Por lo que respecta al recubrimiento de las armaduras, tanto las activas como las pasivas, se deben cumplir los recubrimientos de la armadura pasiva fijados por la EHE. A efectos de recubrimiento de las vainas de las vainas de los tendones de pretensado, no es necesario considerar el paramento interior del aligeramiento como paramento exterior, lo que sí se debe hacer con las armaduras pasivas por consideraciones de adherencia y anclaje.

En la siguiente figura se recogen, para los casos más habituales de secciones, las dimensiones mínimas del recubrimiento.



Proceso constructivo

El proceso constructivo de los puentes nervados admite las mismas variantes de cimbrado convencional o autocimbra, que se utilizan para los puentes losa.

Para puentes de hasta 4 vanos (longitudes no mayores de 120 ó 140 metros) y con alturas de pilas moderadas ($H < 20$ m), la solución más habitual es la de cimbrado convencional de todo el tablero y hormigonado del mismo de forma continua.

En el caso de construcción por fases, el voladizo de frente de fase suele ser de $L/5$.

En el caso de nervios aligerados, es posible hormigonar en primera fase los nervios y completar la losa superior en una segunda fase, lo que posibilita el empleo de medios constructivos muy ligeros.

El reducido peso propio de los tableros nervados permite, en casos especiales, la prefabricación y colocación de vanos completos para formar puentes de vanos isostáticos, o para introducir la continuidad posteriormente mediante hormigonado de uniones y pretensado de continuidad.

Rango de utilización

Aunque el rango de utilización suele estar entre los 20 y 45 metros, el óptimo se sitúa entre los 30 y 40 metros.

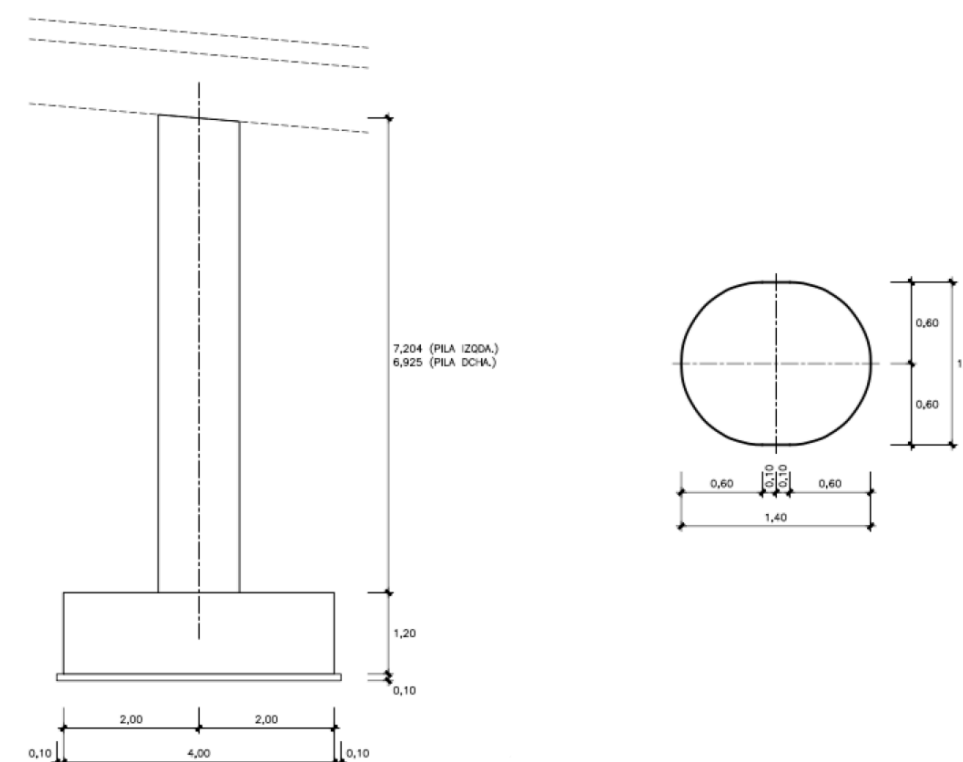
3.1.1.- SELECCIÓN DEL TABLERO

Teniendo en cuenta la instrucción de “Criterios para obras de paso de nueva construcción” se ha seleccionado un tablero nervado con voladizos de 1,40 m de longitud a

ambos lados de la losa, y un canto de 1,25 metros, y una distancia entre nervios de 2 metros. También se han dispuesto dos aligeramientos de tipo circular.

3.2.- PILAS

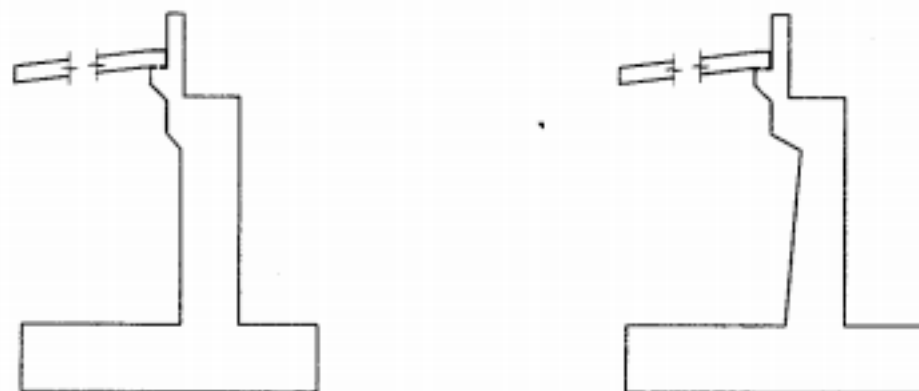
Las imágenes que se muestran a continuación definen la geometría de las pilas a utilizar:



3.3.- ESTRIBOS

Los estribos son los elementos que constituyen los soportes extremos de las obras de paso. Además de recibir las cargas transmitidas por el tablero, han de sostener las tierras de los terraplenes de acceso de la estructura. La altura máxima de los estribos no suele superar los 15 metros, ya que para alturas mayores, e incluso por encima de los 10 metros, dependiendo de la topografía del terreno y de la rasante, suele resultar más ventajoso aumentar la longitud del puente y disminuir dicha altura.

El estribo cerrado es la tipología más común de estribo de puente. Su sección transversal es la indicada en la figura que sigue:



Su cierre lateral vendrá condicionado por el hecho de que las tierras puedan o no derramar por delante del estribo. Cuando las tierras no puedan derramar por delante del estribo, caso más habitual, hay dos soluciones posibles:

Proyectar muros en prolongación del muro frontal (aletas en prolongación) o disponer muros solidarios con el propio muro frontal y perpendiculares a él (muros en vuelta).

3.3.1.- SELECCIÓN DE LOS ESTRIBOS

Los estribos que se utilizarán serán estribos cerrados con aletas exteriores en vuelta, con cimentación mediante zapata apoyada en el sustrato competente. El estribo cerrado es la tipología más común como estribo de un puente, apoyándose el tablero sobre estribos mediante neoprenos zunchados de 300x300x63mm (espesor neto de 45mm).

3.4.- DRENAJE

El drenaje del tablero es aquel conjunto de elementos destinados a recoger y evacuar el agua de la plataforma, evitando que escurra por el tablero o se acumule en las coronaciones de las pilas y estribos.

El agua de la plataforma se elimina mediante la adecuada pendiente o bombeo de la rasante, la impermeabilización del tablero y el oportuno sistema de sumideros. Una vez llevada el agua a los sumideros, hay que evitar que entre en contacto con el hormigón o el acero de la superestructura o de la subestructura, mediante el oportuno sistema de recogida y canalización hasta los sistemas de drenaje generales de la carretera. Hay que disponer siempre los oportunos sistemas de impermeabilización y drenaje de los estribos.

3.5.- MUROS

Se proyectan 4 muros de contención de tierras. Todos ellos sirven para separar el tronco principal de la N-550 de los ramales de acceso a la glorieta de enlace para evitar que se produzcan derramamientos de tierra en los terraplenes e invadan el dominio público.

Todos los muros son de la misma tipología, suelo reforzado, también conocido como tierra armada, por lo que la longitud de los flejes que constituyen la armadura de estos muros viene determinada por la altura máxima de los mismos. Técnicamente admiten grandes alturas, manteniendo precios muy competitivos.

Aporta gran impacto visual en zonas con interés paisajístico o estético. El material del terraplén está formado por flejes metálicos galvanizados, que han de ser controlados para evitar deterioros por ataques químicos. El sistema se basa en el armado del macizo de relleno con unas bandas metálicas que movilizan el rozamiento del terreno haciendo, de esta manera, que el macizo sea su propio muro de contención con lo que no necesita cimentación alguna al apoyar su base de apoyo a toda la superficie del terraplén.

El paramento habitual lo componen las escamas de hormigón que dotan al sistema de su aspecto característico, su función principal es la de dar un acabado al muro y no aporta una labor estructural.

4.- MATERIALES A EMPLEAR Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

4.1.- HORMIGONES

Se definirán los materiales que hayan sido contemplados para la materialización de la estructura. En la definición de los mismos, se respetará la clasificación de la normativa vigente, mostrando los valores representativos de los mismos.

Normativa empleada

En el presente anejo se ha utilizado la siguiente normativa:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Instrucción para puentes de carretera: IAP
- Guía de cimentaciones en obras de carretera.
- Apoyos elastoméricos UNE-EN1337-3.

4.1.1.- DESIGNACIÓN

Atendiendo a la designación de EHE, los distintos hormigones empleados en el proyecto de la presente estructura serán los siguientes:

- Hormigón de zapatas: HA-25/F/20/IIa
- Hormigón de encepados (estribos y pilas): HA-25/B/20/IIa



- Hormigón de alzado de estribos: HA-25/B/20/IIa
- Hormigón de alzado de pilas: HA-25/B/20/IIa
- Hormigón de tablero: HA-35/B/20/IIa
- Hormigón de limpieza: HM-15

4.1.2.- RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Las resistencias adoptadas en los cálculos, varían en función del tipo de hormigón, según se recoge en la siguiente relación:

- Hormigón de zapatas: 25 MPa
- Hormigón de encepados (estribos y pilas): 25 MPa
- Hormigón de alzado de estribos: 25 MPa
- Hormigón de alzado de pilas: 25 MPa
- Hormigón de tablero: 35 MPa
- Hormigón de limpieza: 15 MPa

4.1.3.- COEFICIENTES DE MINORACIÓN

Para realizar los cálculos de las secciones de hormigón resistentes, los valores de resistencia referidos en el punto anterior se verán afectados por un coeficiente de minoración, el cual variará según sean las acciones de cálculo contempladas. Dichos valores son los que se presentan en la tabla adjunta:

Situación de proyecto	γ_c
Persistente o transitoria	1.5
Accidental	1.3

4.1.4.- MÓDULO DE ELASTICIDAD

Los valores adoptados para el módulo de elasticidad de los hormigones son, de acuerdo con lo expresado en la vigente EHE, los siguientes:

Módulo de elasticidad tangente

$$E_{oJ} = 10.000 \sqrt[3]{f_{cmj}}$$

Donde:

- f_{cmj} (N/mm²) es la resistencia media del hormigón a los j días de edad.

Módulo de elasticidad secante

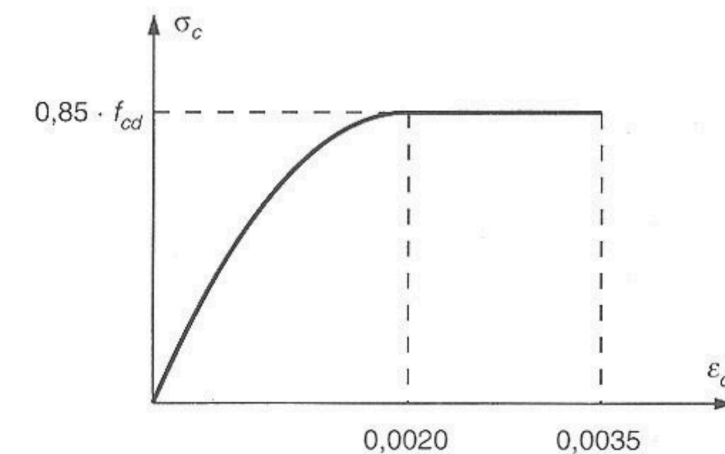
$$E_J = 8.500 \sqrt[3]{f_{cmj}}$$

4.1.5.- COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICA

El coeficiente de dilatación térmica del hormigón se toma igual a 1.0×10^{-5} m/m°C.

4.1.6.- DIAGRAMA TENSIÓN DEFORMACIÓN DE CÁLCULO

Para el dimensionamiento de las secciones frente a los Estados Límites Últimos, se adopta el diagrama parábola rectángulo (recogido en la EHE).



4.2.- ACERO PASIVO

4.2.1.- DESIGNACIÓN DEL ACERO

Todos los aceros pasivos empleados en la definición del puente, pertenecen al tipo B 500 S, siguiendo las clasificaciones recogidas en la EHE.

4.2.2.- VALORES DE CÁLCULO



Los valores de cálculo para los aceros, son los siguientes:

Clase de Acero	Límite elástico f_y (MPa)	Resistencia f_s (MPa)	Alargamiento en Rotura (%)	Valor mínimo f_s/f_y
B 500 S	500	552	>12	1.05

4.2.3.- MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad para el acero de armar se toma igual a $2.1 \text{ E}05 \text{ N/mm}^2$.

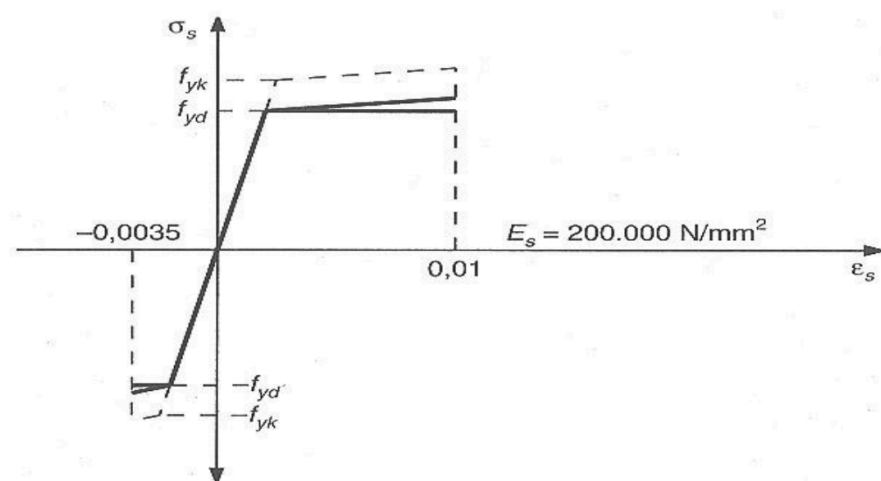
4.2.4.- COEFICIENTES DE MINORACIÓN

Para realizar los cálculos de las secciones de hormigón resistentes, los valores de resistencia referidos del acero señalados anteriormente se verán afectados por un coeficiente de minoración, el cual variará según sean las acciones de cálculo contempladas. Dichos valores son los que se presentan en la tabla adjunta:

Situación de proyecto	γ_s
Persistente o transitoria	1.15
Accidental	1.00

4.2.5.- DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE CÁLCULO

Se adopta el diagrama de cálculo propuesto en la EHE:



5.- ACCIONES

De acuerdo con las especificaciones recogidas en la Instrucción sobre acciones a considerar en los cálculos, éstas quedan clasificadas en los siguientes apartados:

5.1.- ACCIONES PERMANENTES DE VALOR CONSTANTE (g)

Las acciones permanentes son las producidas por el peso de los distintos elementos que forman parte del puente. Se clasifican en peso propio y cargas muertas.

5.1.1.- PESO PROPIO

Para determinar el peso propio de la estructura se tendrán en cuenta las dimensiones de los elementos especificadas en los planos, adoptándose como peso específico del hormigón el valor de 25 kN/m^3 .

5.1.2.- CARGA MUERTA Y SOBRECARGAS EN LAS ACERAS

Son las cargas debidas al peso de los elementos no estructurales que gravitan sobre la estructura tales como el asfalto, aceras,...

5.2.- ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE (g*)

5.2.1.- ACCIONES REOLÓGICAS Y TÉRMICAS

El valor característico de las acciones reológicas se obtendrá a partir de los valores característicos de las deformaciones provocadas por la retracción y la fluencia, determinados según se indica en la Instrucción.

5.3.- ACCIONES VARIABLES (q)

5.3.1.- SOBRECARGAS DE USO

Cargas verticales

Se puede considerar una sobrecarga repartida de 4 kN/m^2 en la zona de tráfico (excluyendo las barreras), y un carro de 600 kN en la situación pésima para cada verificación.

Cargas horizontales

Se puede considerar una sobrecarga correspondiente al frenado indicado en la IAP, que asciende a un valor de 140 kN .

5.3.2.- SOBRECARGAS DE VIENTO

Se pueden considerar los siguientes valores de presión del viento:

VIENTO TRANSVERSAL	con sobrecarga de tráfico	sin sobrecarga de tráfico
	(kN/m)	(kN/m)
Empuje horizontal del viento sobre el tablero	2.420	3.998
Empuje horizontal del viento sobre la pila	0.687	1.373
VIENTO LONGITUDINAL	con sobrecarga de tráfico	sin sobrecarga de tráfico
	(kN/m)	(kN/m)
Empuje horizontal del viento sobre el tablero	0.605	1.000
Empuje horizontal del viento sobre la pila	0.687	1.373

5.3.3.- ACCIONES SÍSMICAS

Al estar situado en un municipio con una intensidad sísmica inferior a 0.04g no es necesario realizar análisis sísmico siguiendo las indicaciones de la NCSP-07.

5.4.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Para el cálculo de la estructura se aplicarán los siguientes coeficientes de mayoración para las acciones:

ESTADO LIMITE ULTIMO (ELU)				
TIPO DE ACCION		SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS		SITUACIONES ACCIDENTALES
		Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable Efecto desfavorable
PERMANENTE		$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	Pretensado P1	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
	Pretensado P2	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
	Otra presolicitación	$\gamma_G=0,95$	$\gamma_G=1,05$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
	Reológica	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
	Acción del terreno	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,5$	$\gamma_G=1,0$ $\gamma_G=1,0$
VARIABLE		$\gamma_Q=0,0$	$\gamma_Q=1,5$	$\gamma_Q=0,0$ $\gamma_Q=1,0$
ACCIDENTAL		-	-	$\gamma_A=1,0$ $\gamma_A=1,0$

ESTADO LIMITE DE SERVICIO (ELS)			
TIPO DE ACCION		SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS	
		Efecto favorable	Efecto desfavorable
PERMANENTE		$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	Pretensado P1 Armaduras postesas	$\gamma_G=0,9$	$\gamma_G=1,1$
	Pretensado P1 Armaduras pretesas	$\gamma_G=0,95$	$\gamma_G=1,05$
	Pretensado P2	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$
	Otra presolicitación	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$
	Reológica	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$
	Acción del terreno	$\gamma_G=1,0$	$\gamma_G=1,0$
VARIABLE		$\gamma_Q=0,0$	$\gamma_Q=1,0$

5.5.- COMBINACIONES

Las combinaciones a estudiar son las siguientes:

Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,i}$ = valor representativo de cada acción permanente

$G_{k,j}^*$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante

$Q_{k,1}$ = valor característico de la acción variable dominante

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ = valores de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

Situaciones accidentales sin sismo



$$\sum \gamma_{G,i} * G_{k,i} + \sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * \Psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \Psi_{2,i} * Q_{k,i} + \gamma_A * A_k$$

Donde:

$G_{k,i}$, $G_{k,j}$ = valores representativos de cada acción

$\Psi_{1,1}$, $Q_{k,1}$ = valor frecuente de la acción variable dominante.

$\Psi_{2,i}$, $Q_{k,i}$ = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

A_k = valor característico de la acción accidental.

Combinación característica

$$\sum \gamma_{G,i} * G_{k,i} + \sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \Psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Combinación frecuente

$$\sum \gamma_{G,i} * G_{k,i} + \sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * \Psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \Psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente

$$\sum \gamma_{G,i} * G_{k,i} + \sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \sum \gamma_{Q,i} * \Psi_{2,i} * Q_{k,i}$$



ANEJO Nº 12: SERVICIOS AFECTADOS



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- REPOSICIONES



1.- INTRODUCCIÓN

La ejecución de las obras propuestas en el presente anteproyecto provoca afecciones sobre servicios, que deben ser restablecidos durante la construcción de dicha obra.

Para la reposición de estos bienes se estará a disposición de los organismos o administraciones propietarias o gestoras de los mismos; en particular se atenderá a su ejecución y pago.

2.- REPOSICIONES

En la construcción de una nueva carretera son inevitables las afecciones sobre servicios y vías de comunicación, que deberán ser restablecidos durante la construcción de dicha obra.

Líneas eléctricas de alta, media y baja tensión.

Alumbrado.

Líneas telefónicas.

Conducciones de agua potable y aguas residuales/pluviales

Vías de comunicación terrestre

Debido el carácter meramente académico del proyecto, se considera que el estudio de reposición de los servicios afectados por la mejora de la intersección entre la N-550, la A-6 y la DP-1702 en Cambre queda fuera del alcance del mismo. Se tendrá en cuenta de todas formas en el presupuesto y se dedica a esta reposición de servicios una partida alzada dentro del mismo.